COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 6 DÉCEMBRE 1886,

PRÉSIDÉE PAR M. DAUBRÉE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

GÉODÉSIE. — *Réponse à une Note de M.* de Lapparent, *en date du* 22 *novembre, sur les conditions de forme et de densité de l'écorce terrestre;* par **M. Faye.**

« Une des découvertes les plus considérables de la Géodésie actuelle est assurément le frappant défaut d'attraction que les Anglais ont constaté doublement, je veux dire par deux systèmes de mesures indépendants, dans l'énorme massif de l'Himalaya. M. Hatt a présenté dernièrement à l'Académie un Mémoire où il arrive à un résultat semblable pour le massif des Alpes. Des trois pointements de la pyramide triangulaire à laquelle on a assimilé notre globe, à savoir les Alpes, l'Himalaya et les Montagnes Rocheuses, les deux seuls qui aient été étudiés ne présentent donc pas, malgré leur relief considérable, l'influence que l'hypothèse leur attribue sur la figure de la Terre. Ils devraient exercer autour d'eux une attraction prépondérante, dévier au loin les verticales, accélérer les oscillations du

pendule; or rien de tout cela n'existe. M. de Lapparent a déclaré que les idées qu'il soutient sont indépendantes de cette théorie. Que ce soit pour cette cause ou pour une autre, il a été conduit à faire tout récemment, dans les *Comptes rendus,* une charge à fond contre la Géodésie et les géodésiens.

» Il va jusqu'à déclarer que leurs immenses travaux n'ont abouti à aucun résultat définitif. On ne sait rien, dit-il, sur la figure de l'hémisphère austral; les seules mesures exécutées jusqu'ici sur cette moitié de la Terre sont illusoires. Finalement, l'immense labeur des géodésiens dans toutes les parties du monde est à recommencer sur des bases nouvelles, et, pour accentuer davantage cette condamnation, le savant géologue ajoute : « Il est » possible que cette perspective trouble la quiétude de ceux qui croyaient » terminée l'œuvre de la Géodésie, mais il n'y a pas d'autre moyen d'ar- » river enfin à des conclusions définitives sur la figure de notre planète. »

» Ces assertions sont graves; mais il est facile de montrer qu'elles sont toutes inexactes.

» Ainsi M. de Lapparent affirme que la Géodésie actuelle est incapable de se prononcer sur l'aplatissement de l'hémisphère austral, parce que l'arc de méridien le plus éloigné de l'équateur, celui du Cap de Bonne-Espérance, ne dépasse pas le 38e degré de latitude. Il déclare que toute mesure de ce genre est illusoire si elle n'est effectuée au delà du 40e degré; autrement dit, les seules mesures valables pour déterminer l'aplatissement doivent être faites sous les hautes latitudes.

» C'est justement le contraire qui est vrai. Si M. de Lapparent veut bien jeter les yeux sur l'expression analytique qui rattache les deux éléments de l'ellipsoïde terrestre aux données d'une mesure géodésique [1], il verra

---

[1] Cette formule est

$$\frac{s}{a} = \alpha - \left(\frac{1}{2}\alpha + \frac{3}{2}\sin\alpha\cos 2l_1\right)\mu + \left(\frac{2}{32}\alpha + \frac{15}{32}\sin 2\alpha\cos 4l_1\right)\mu^2 + \ldots,$$

a désignant le demi grand axe et μ l'aplatissement de l'ellipsoïde, s et α les amplitudes linéaire et angulaire de l'arc de méridien, l_1 la latitude du milieu de cet arc.

Quand il s'agit de petits arcs comme ceux du Pérou ou du Cap, le coefficient de μ se réduit à peu près à $\alpha\left(\frac{1}{2} + \frac{3}{2}\cos 2l_1\right)$. Or, voici les valeurs que prend le second facteur à diverses distances de l'équateur :

Valeurs de l_1	0°	20°	32°	50°	55°	60°	90°
Facteurs	+2	+1,46	+1,16	+0,24	0	−0,25	−1

que l'aplatissement n'est bien déterminé que par des arcs voisins de l'équateur. Il l'est fort mal, au contraire, par des arcs situés sous les hautes latitudes, surtout si la latitude moyenne est voisine de 55°. Un géodésien qui voudrait déterminer l'aplatissement se gardera donc de suivre le conseil de M. de Lapparent : il serait sûr d'échouer.

» Le savant géologue, se fondant sur ces étranges prémisses, prétend que les géodésiens n'ont aucune raison de penser que l'hémisphère austral ait la même figure que le boréal. Il se trompe : l'arc du Cap peut très bien être utilisé dans ce but. Voici les résultats des mesures que les Anglais ont exécutées avec le plus grand soin pour prolonger l'arc de Lacaille de 1° à 4°,5 :

Stations extrêmes.	Latitudes australes.	Longueur de l'arc.
North End.......	29°44′17″,66	1678375,7 pieds anglais.
Cape Point.......	34°21′ 6″,26	

» En adoptant pour le rayon équatorial a, si bien déterminé par le colonel Clarke, la valeur

20926202 pieds anglais,

on trouve pour l'aplatissement

$$\mu = \frac{1}{294,5}.$$

» Ainsi l'aplatissement de l'hémisphère austral obtenu par l'arc du Cap diffère à peine de celui de l'hémisphère boréal cité par M. de Lapparent, $\frac{1}{293}$.

» Mais les géodésiens ont d'autres raisons encore d'attribuer la même figure aux deux moitiés du globe. En effet, l'observation du pendule permet aussi de déterminer l'aplatissement, à la condition de porter cet instrument jusqu'aux hautes latitudes.

» Or tout le monde connaît les belles mesures de la pesanteur qui ont été effectuées dans le courant de ce siècle par les Freycinet, les Duperré, les Sabine, les Lütke, les Foster, etc., depuis l'équateur jusqu'au parallèle de 63°, c'est-à-dire sur une zone qui représente les $\frac{9}{10}$ de l'hémisphère austral.

» D'après les calculs du colonel Clarke, en Angleterre, et de M. Peirce, aux États-Unis, ces observations satisfont aussi bien que celles de l'autre

hémisphère à l'aplatissement de $\frac{1}{292,2}$ [1], et celui-ci se confond presque avec l'aplatissement déduit des mesures d'arcs de méridien et de parallèle, exécutées sur une si vaste échelle en Europe et aux Indes.

» La critique que M. de Lapparent adresse aux conclusions de M. Hatt, relativement aux Alpes et à la Méditerranée, n'est pas mieux fondée. M. Hatt, se référant à cette idée que le refroidissement du globe va plus vite et plus profondément sous les mers que sous les continents, a pensé que la croûte sous-marine de la Méditerranée doit compenser, par son excès d'épaisseur, l'attraction du massif alpin; il explique ainsi la faiblesse des déviations de la verticale qu'il a constatée par le calcul dans les stations géodésiques de nos côtes du sud-est. M. de Lapparent, inquiet de cette confirmation de mes idées, s'est empressé de chercher une objection; il n'a pu rencontrer que celle-ci :

» Chacun sait que la température du fond dans la Méditerranée, au lieu d'être voisine de zéro comme dans les grands océans, est de 13°, alors que la moyenne annuelle de l'air à Nice est de 16°. Qui oserait penser qu'une faible différence de 3° puisse entraîner une augmentation d'épaisseur sensible? Autrement, au-dessous d'un continent tel que l'Europe, où la moyenne annuelle varie, suivant les localités, depuis + 16° jusqu'à — 4°, la croûte solide devrait présenter d'énormes variations d'épaisseur, et ces dernières exerceraient, sur l'intensité de la pesanteur et la direction de la verticale, des effets dont il faut bien reconnaître que personne, jusqu'ici, n'a eu le moindre soupçon.

» J'ai cru, je l'avoue, en lisant ce passage, que M. de Lapparent s'empresserait d'adresser à l'Académie une rectification, car la méprise ici commise saute aux yeux. Je n'ai jamais entendu comparer la température du fond des mers avec la température superficielle des continents. Ce qu'il faut comparer ici, c'est la température du fond de la Méditerranée (13°) avec celle de la couche sous-continentale située *à la même profondeur*, c'est-à-dire à près de 3000^{m} au-dessous de la superficie. Or cette température profonde est de 100° plus forte que 16°, c'est-à-dire de 116°. Il s'agit donc, entre ces deux régions d'une même couche profonde, d'une différence de 116° — 13° et non de 16° — 13°. Et, comme l'une est recouverte de 3000^{m} de roches fort peu conductrices qui la protègent contre le refroidissement,

---

[1] Surtout quand on tient compte, pour les mesures effectuées sur les îles de l'Océan, d'une petite correction que j'ai signalée dans les *Comptes rendus* des 22 mars et 5 avril de cette année.

tandis que l'autre est recouverte de près de 3000^{m} d'eau dont la mobilité forme un excellent véhicule pour un flux de chaleur venant du bas, le refroidissement sera plus rapide sous la mer que sous le continent. Ce phénomène a donc lieu pour la Méditerranée comme pour les océans, quoiqu'à un moindre degré. C'est ce que M. Hatt a parfaitement entendu, et je ne puis comprendre que M. de Lapparent s'y soit trompé.

» Enfin, c'est à tort que M. de Lapparent reproche à certains géodésiens de croire qu'il n'y a plus rien à faire en Géodésie, que leur œuvre est accomplie et qu'ils n'ont plus qu'à se reposer dans une douce quiétude. Sans doute, leurs immenses travaux ont abouti à un résultat capital : ils ont définitivement démontré que la Terre est très sensiblement un ellipsoïde aplati, à méridiens égaux, c'est-à-dire un ellipsoïde de révolution, ainsi que les géomètres l'admettaient à la fin du dernier siècle. Ils ont la satisfaction d'avoir pleinement justifié cette hypothèse, un peu aventurée d'abord, qui a servi de base à l'établissement du système métrique. Mais ces progrès décisifs n'ont nullement clos l'ère des études sur la figure de la Terre. Loin de là, ils ont ouvert à la Science des voies nouvelles et des perspectives inattendues.

» C'est ainsi que les beaux travaux des officiers anglais dans les Indes, travaux où se trouvent si admirablement combinées les opérations géodésiques, les mesures de l'intensité de la pesanteur et l'étude du relief du sol, ont posé, il y a quelques années, la question de compensation entre les mers et les continents que j'ai rattachée à la loi du refroidissement de notre planète. Cette compensation, d'abord mystérieuse et vaguement entrevue, est aujourd'hui l'un des phénomènes les plus frappants de la Physique du globe. Elle se manifeste sur une grande échelle aux Indes, où les triangulations anglaises, parties des bords de l'Océan, s'élèvent jusqu'à l'Himalaya, que l'on pourrait assimiler à un vaste plateau de 5000^{m} de hauteur moyenne sur plus de 60 000 lieues carrées de base. M. Hatt, procédant sans idée préconçue, retrouve cette compensation en étudiant l'action des Alpes sur les verticales de nos stations méditerranéennes. Pour mieux dire, on la retrouve partout, et partout elle accuse l'influence des mers sur les phénomènes intérieurs de notre globe. Cette question-là n'en est encore qu'à son début, mais on en pressent la portée. Nous en poursuivrons l'étude, ainsi que vient de le faire M. Hatt, non seulement dans les pays déjà couverts de nos triangles en Europe, en Asie et en Afrique, mais aussi dans les deux Amériques, à mesure que les exigences des travaux publics détermineront les grands États de ces régions à procéder à la des-

cription géométrique de leurs territoires; nous tâcherons de compléter, pour l'étude de la pesanteur, le réseau des stations océaniques; et nous finirons par en déduire des notions plus ou moins précises, non pas seulement sur les légers accidents du géoïde qui échappent à toute compensation, mais sur une question jugée jusqu'ici inaccessible, à savoir l'épaisseur variable de la croûte solidifiée dont la surface inférieure doit être bien plus profondément accidentée que la surface externe. Déjà les géomètres peuvent voir que leurs hypothèses sur la loi des densités doivent être modifiées, au moins en ce sens que ces densités ne sauraient être exprimées, sur une portion notable du rayon terrestre, par une fonction de la seule profondeur; et l'on pressent les questions délicates de Mécanique et d'Astronomie qui dérivent de cette seule considération.

» Mais les conséquences les plus importantes porteront sur la Géologie elle-même. La loi nouvelle du refroidissement, si bien confirmée par le phénomène des compensations géodésiques, montre en effet que la pression exercée par les portions sous-marines de l'écorce terrestre tend à croître incessamment et, par une réaction inévitable, à soulever de plus en plus les portions moins résistantes, c'est-à-dire les régions continentales. Cette notion, substituée à celle des plissements et des rides d'une écorce d'épaisseur uniforme, devenue trop ample à cause de la contraction progressive du noyau liquide, rattache de la manière la plus heureuse la formation des chaînes de montagnes et les mouvements séculaires du sol à la véritable loi du refroidissement, lequel procède tout autrement, sur notre globe, qu'on ne l'avait imaginé jusqu'ici.

» Ainsi l'œuvre des géodésiens, loin d'être terminée à nos yeux, est devenue plus vaste et plus compréhensive. Mais, pour la continuer, pas n'est besoin de suivre M. de Lapparent qui nous conseille de faire table rase du passé et de tout recommencer sur de nouveaux frais : il nous suffira de marcher dans les voies fécondes tracées par nos devanciers, en profitant, bien entendu, des progrès que les Sciences et les Arts mettent à notre disposition. »

PHYSIQUE. — *Action du manganèse sur le pouvoir de phosphorescence du carbonate de chaux;* par M. Edmond Becquerel.

« Le spath d'Islande est une des premières substances qui m'aient présenté une émission lumineuse dans le phosphoroscope, après l'action

préalable des rayons lumineux. La couleur de la lumière phosphorescente donnée par ce corps est orangée et j'ai fait connaître la disposition de son image spectrale ([1]); bien que presque tous les échantillons de spath donnent une émission lumineuse de même nuance, j'avais observé des différences très grandes dans l'intensité de la lumière qu'ils émettent.

» La présence de matières étrangères pouvant augmenter beaucoup le pouvoir de phosphorescence que possèdent certains corps et modifier même la couleur de la lumière émise, ainsi que le montrent d'anciennes expériences de de Saussure lors de la phosphorescence des fluorures de calcium par la chaleur ([2]) et celles que j'ai faites plus tard ([3]), il restait à examiner si les différences d'intensité des effets lumineux donnés par les divers échantillons de spath calcaire ne provenaient pas de la présence d'une très petite quantité d'une matière étrangère mêlée ou combinée avec le carbonate de chaux spathique.

» J'avais montré, d'autre part, que le sulfure de calcium phosphorescent, préparé par calcination avec le spath calcaire et le soufre, est lumineux jaune orangé, comme le spath lui-même, et que la vivacité de cette phosphorescence est augmentée par l'addition d'une petite quantité de peroxyde de manganèse lors de la calcination ([4]). Bien plus, j'avais observé qu'en calcinant un mélange de soufre et de chaux provenant soit d'arragonite, soit de coquilles calcinées, on obtient une matière lumineuse verte, mais que si l'on ajoute à la masse, avant la calcination, de 2 à 4 pour 100 de peroxyde de manganèse, la substance donne alors une émission de lumière jaune ou orangé. Il y avait donc un fait intéressant à mettre en évidence, en reprenant les divers échantillons de spath d'Islande qui m'avaient servi antérieurement et en examinant s'ils ne contiendraient pas du manganèse.

» Les cristaux de spath les plus lumineux, orangés dans le phosphoroscope, ont présenté une proportion assez forte de manganèse, probablement à l'état de carbonate [2,70 pour 100 de protoxyde correspondant à 4,37 pour 100 de carbonate ([5])]; il y avait à peine quelques traces de fer. Des

---

([1]) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LV, p. 81 (1859); et E. Becquerel, *la Lumière,* t. Ier, p. 354 (1867).

([2]) Becquerel, *Traité d'Électricité* en 7 volumes, t. VI, p. 269, et *La Lumière,* t. I, p. 50.

([3]) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LV, p. 40, et *La Lumière,* t. I, p. 226.

([4]) *La Lumière,* t. I, p. 230.

([5]) Cette analyse a été faite obligeamment par M. Guignet.

fragments de calcaire spathique, également très lumineux, contenaient du manganèse en proportions moindres, et les échantillons moins brillants n'en offraient que fort peu ou même point à l'analyse chimique ordinaire.

» La synthèse conduit à la même conclusion que l'analyse des échantillons de cristaux naturels. Ayant préparé à chaud, par double décomposition, du carbonate de chaux au moyen du mélange d'une dissolution de carbonate d'ammoniaque et d'une autre de chlorure de calcium soit pur, soit additionné de protochlorure de manganèse, les résultats ont été les suivants : avec la dissolution de chlorure de calcium pur, on a eu un précipité de carbonate de chaux qui, lavé et desséché, puis fixé avec de la gomme arabique sur une lamelle de mica, n'a donné dernièrement, avec la lumière solaire, dans un phosphoroscope, aucune apparence de lumière bien manifeste; peut-être avec une action excitatrice plus puissante obtiendrait-on une faible émission lumineuse. Mais la dissolution de chlorure de calcium additionnée de 4 pour 100 de chlorure de manganèse a donné un précipité qui, dans les mêmes conditions, a émis une vive lumière orangée, ainsi que le font les calcaires naturels bien lumineux cités plus haut.

» Le carbonate de chaux obtenu à la surface de dissolutions de chlorure de calcium pur ou mélangé de chlorure de manganèse, placées sous une cloche à côté de fragments solides de carbonate d'ammoniaque, ce dernier agissant alors par sa vapeur, n'a pas donné les mêmes résultats. La dissolution de chlorure pur, dans ces conditions, a présenté dans le phosphoroscope une faible lueur verdâtre, et l'autre n'a offert aucune action appréciable, peut-être en raison d'une trop grande proportion de manganèse ou d'un état différent du carbonate de chaux formé dans ces conditions.

» Les résultats précédents mettent bien en évidence l'action du manganèse et permettent d'expliquer les effets que j'avais observés antérieurement et qui consistent en ce que du carbonate de chaux provenant de la dissolution de fragments de spath d'Islande dans de l'acide chlorhydrique pur, même après plusieurs précipitations successives par le carbonate d'ammoniaque, conduit toujours à des préparations de sulfures phosphorescents orangés, par suite probablement de la présence constante du manganèse, tandis que, lorsque le carbonate de chaux servant à la préparation est de l'arragonite, la matière phosphorescente est toujours lumineuse verte.

» On peut se demander quel est le mode d'action du manganèse : comme les cristaux les plus purs de spath d'Islande ont offert cette émission de lumière orangée, bien qu'avec une faible intensité, si le manganèse seul est cause de la couleur de la lumière émise, il faudrait supposer que tous

ces échantillons renferment quelques traces de cette substance; en outre, le carbonate de manganèse n'étant pas lumineux ou l'étant à peine, ce serait une double combinaison de ce corps avec le carbonate de chaux qui produirait le phénomène. Des recherches ultérieures permettront d'arriver à une conclusion certaine à cet égard.

» S'il n'en était pas ainsi, on devrait admettre que la présence du manganèse donne au composé calcaire un arrangement moléculaire particulier, d'où résulte un pouvoir de phosphorescence plus ou moins énergique et une émission lumineuse d'une couleur déterminée; cette substance ne ferait alors qu'exalter l'intensité de la lumière émise par le spath; il se manifesterait ainsi une modification physique, comme lorsque, par exemple, dans un autre ordre de phénomènes, la présence d'une petite quantité de carbone modifie profondément les propriétés du fer. J'ai montré du reste que la forme cristalline pouvait intervenir dans ces actions lumineuses, puisque tous les échantillons d'arragonite que j'ai étudiés dans le phosphoroscope ont présenté une émission de lumière verte et non orangée.

» Au point de vue de la phosphorescence, d'autres corps que le manganèse peuvent produire, dans les sulfures de calcium, des modifications profondes dans l'intensité et la qualité de la lumière émise : tels sont le carbonate de lithine ([1]), le bismuth ([2]), l'antimoine, divers sulfures métalliques, etc. ([3]); j'aurai occasion de revenir plus tard sur ces effets. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur les principes azotés de la terre végétale;* par MM. **Berthelot** et **André**.

« La terre végétale renferme une dose notable d'azote, source essentielle de cet élément dans le développement des plantes et des êtres organisés. Cette dose s'élève communément à un ou deux millièmes, suivant les sols. L'azote existe principalement dans la terre sous la forme de principes organiques quaternaires, renfermant l'azote associé au carbone, à l'hydrogène et à l'oxygène, et presque entièrement insolubles. La constitution chi-

---

([1]) Observation faite par M. le Dr Strohl, de Neufchâtel, en 1881, et qu'il a eu l'obligeance de me communiquer.

([2]) M. Verneuil, *Comptes rendus*, t. CIII, p. 600, octobre 1886.

([3]) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LV, et *La lumière*, t. I, p. 226.

mique de ces principes est à peu près inconnue. Nous avons été conduits à en entreprendre l'étude, et nous avons constaté tout d'abord que ce sont des principes amidés, qui se comportent à la façon des principes albuminoïdes, et qui engendrent pareillement, sous l'influence des acides comme des alcalis, et même de l'eau pure, une certaine dose d'ammoniaque et une dose plus considérable de composés amidés solubles. Nous allons donner une première série d'expériences, faites en présence de l'acide chlorhydrique étendu.

» On a pris, dans les terrains de la station de Chimie végétale de Meudon, de la terre, débarrassée de plantes : on l'a séchée à l'air pendant 48 heures, passée au tamis de $0^m,001$; on en a pris des poids compris entre 200^{gr} et 500^{gr}. Puis, on l'a délayée dans un ballon, avec de l'eau et de l'acide chlorhydrique, à diverses concentrations, et pendant des temps divers. Cela fait, on décante la liqueur claire sur un filtre, on lave par décantation, etc.; le volume total obtenu étant de 1200^{cc} à 1400^{cc}, on neutralise exactement par la potasse; puis on rend aussitôt la liqueur très légèrement acide. On y ajoute ensuite de 2^{gr} à 4^{gr} de magnésie récemment calcinée, et l'on procède au dosage de l'ammoniaque dans l'appareil Schlœsing, et en suivant le procédé de ce savant. On obtient ainsi une certaine dose d'ammoniaque, tant préexistante dans les liqueurs que formée pendant l'ébullition avec l'eau et la magnésie. La même réaction, exécutée sur la terre en contact avec l'eau pure, donne une limite maximum pour la formation d'ammoniaque, provoquée par l'eau et la magnésie. Dans tous les cas, après épuisement de l'ammoniaque, ou plus exactement après une heure d'ébullition avec la magnésie, on neutralise le contenu du ballon par l'acide sulfurique, on l'évapore à sec au bain-marie, et l'on y dose l'azote au rouge par la chaux sodée; c'est l'azote amidé soluble. Voici les résultats obtenus, rapportés par le calcul à 1^{kg} de terre sèche :

Terre initiale, eau $= 137^{gr}$. Azote total $= 1^{gr},744$. Azote des nitrates $= 0^{gr},0035$.

	Azote ammoniacal.	Azote amidé soluble.
I. — 500^{gr} de terre, 1^{lit} d'eau.		
Après 18 heures de contact à froid avec l'eau pure, liqueur traitée à l'ébullition par MgO; pour 1 kilogr.	gr 0,0017	gr 0,0083
II. — 200^{gr} de terre, 400^{cc} d'eau, 10^{cc} d'acide ($HCl = 3^{gr},5$).		
Contact de 18 heures à froid, liqueur traitée comme ci-dessus par MgO; pour 1 kilogr.	0,0048	0,02775

	Azote ammoniacal.	Azote amidé soluble.
	gr	gr
Contact de 5 jours à froid, etc.	0,00875	0,03025
Contact au bain-marie, vers 100°, pendant 2 heures, puis, etc., filtration, etc.	0,0488	0,1236

III. — 200gr de terre, 400cc d'eau, 50cc d'acide (HCl = 17gr).

Contact de 18 heures à froid, etc.; pour 1 kilogr.	0,0144	0,0606
Contact de 5 jours à froid, etc.	0,0214	0,0905
Bain-marie de 2 heures, etc	0,1010	0,3569

IV. — 200gr de terre, 400cc d'eau, 100cc d'acide (HCl = 35gr).

Contact de 18 heures à froid, etc.; pour 1 kilogr.	0,0149	0,0686
Contact de 5 jours à froid, etc.	0,0304	0,0965
Bain-marie de 2 heures, etc	0,1241	0,4303

» Il résulte de ces expériences que la dose d'ammoniaque fournie par la terre croît avec la dose d'acide chlorhydrique employée à froid, à partir des doses faibles de cet acide. Elle croît également, pour une même dose d'acide, avec la durée du contact. Elle croît enfin avec la température. Ce sont précisément les mêmes actions que nous avons signalées pour l'urée, l'asparagine, l'oxamide, en un mot pour les amides proprement dits (1).

» En même temps que la dose d'ammoniaque déplaçable par la magnésie augmente, la proportion des principes amidés solubles augmente parallèlement, jusqu'à contenir dans les cas extrêmes un tiers environ de l'azote total. Le rapport de l'azote amidé à l'azote ammoniacal était à peu près quintuple, après 18 heures de contact à froid avec un acide donné; 3 fois et demie aussi fort, après 5 jours à froid; triple, après 2 heures vers 100°. Ces chiffres établissent que l'altérabilité des principes amidés de la terre par l'acide chlorhydrique étendu croît avec la durée du contact et la température.

(1) M. Grandeau, dans son *Traité* classique *d'analyse des matières agricoles* (1883), p. 179, pour doser l'ammoniaque réputée préexistante, expose le procédé suivant, qu'il attribue à M. Schlœsing : il prescrit de prendre 100gr de terre et de la traiter par l'acide chlorhydrique concentré, étendu de 4 parties d'eau, à la dose de 100cc ajoutés en deux fois, parfois avec addition ultérieure; on complète 400cc et on laisse déposer jusqu'à éclaircissement, ce qui exige généralement de 6 à 12 heures. On décante, puis on traite la liqueur par la magnésie dans l'appareil Schlœsing, etc. Ces conditions peuvent être rapprochées de celles de nos expériences, en tenant compte des doses variables de carbonate de chaux contenues dans les différentes terres.

» Les principes amidés rendus solubles par l'acide chlorhydrique se composent de deux groupes : les uns qui demeurent dissous lors de la neutralisation exacte de l'acide par la potasse; les autres qui se précipitent (avec la chaux, l'alumine et l'oxyde de fer). Dans un essai spécial, fait à froid, en présence de l'acide chlorhydrique au trentième (18 heures), nous avons obtenu, pour l'azote contenu dans ces deux groupes, les valeurs $0^{gr},023$ et $0^{gr},017$ respectivement par kilogramme. La somme $0^{gr},040$ est intermédiaire entre celles obtenues dans les essais II et III, ainsi qu'on devait le prévoir.

» Les faits observés montrent que l'ammoniaque fournie par la terre végétale qui a servi à nos expériences résultait presque en totalité de certains dédoublements opérés sous l'influence de l'acide chlorhydrique, aux dépens des principes azotés insolubles, contenus dans cette terre : principes comparables, par leur constitution complexe, aux amides mixtes et aux composés albuminoïdes. Les alcalis à froid, l'eau même à 100°, opèrent avec une vitesse plus ou moins considérable des dédoublements analogues, aux dépens des mêmes principes azotés de la terre végétale. Les traces d'ammoniaque qu'elle exhale continuellement leur sont également attribuables. Ajoutons enfin que l'eau de pluie contient, à côté de l'ammoniaque et des nitrates, certains principes amidés, tant solubles qu'insolubles, principes dont l'origine est attribuable aux poussières de l'atmosphère et qui renfermaient dans certaines de nos analyses jusqu'à trois fois autant d'azote que celui de l'ammoniaque et des nitrates réunis.

» Ce sont là des circonstances dont il importera désormais de tenir compte, soit dans les analyses, soit dans l'étude des conditions de la fertilité du sol et de l'assimilation des matières qu'il renferme par les végétaux. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur la composition du cidre.*
Note de M. G. LECHARTIER.

« La consommation du cidre à Paris s'est accrue dans de notables proportions, et il est important, pour le consommateur comme pour le producteur, que la composition en soit nettement définie. Dans ces dernières années, de nombreux échantillons de cidre ont été soumis au Laboratoire municipal de Paris. Pour être en état de porter un jugement sur leur qualité, M. Ch. Girard a analysé des cidres purs, provenant des bons centres de la Normandie; il a conclu de ses recherches les moyennes suivantes,

comme devant caractériser le cidre pur, *bien fermenté*, et la liqueur additionnée d'eau qu'on ne peut vendre que comme boisson :

	Cidre pur.	Boisson.
Alcool pour 100........	5 à 6	3,0
Extrait	30^{gr},0	18^{gr},0
Cendres	2^{gr},8	1^{gr},7

» Les nombres précédents se rapportent à certains cidres normands : leur application à tous les cidres pourrait avoir des inconvénients graves dans la pratique. En effet, pour les cidres comme pour les vins, il est nécessaire de tenir compte des différences que présente la composition, suivant la provenance. C'est une des principales conséquences que nous pouvons tirer des analyses que nous avons effectuées depuis trois ans.

» Les échantillons que nous avons étudiés provenaient de divers départements de Normandie et de Bretagne; les uns avaient figuré au premier rang parmi ceux qui ont été exposés dans les concours de l'Association pomologique de l'Ouest; les autres avaient été fabriqués dans des conditions telles que nous pouvions être certain de leur pureté.

» Les principes immédiats dont le dosage est nécessaire pour permettre d'apprécier la valeur d'un cidre sont : l'*alcool*, les *matières sucrées*, l'*acide acétique*, l'*extrait* et les *cendres*.

» La proportion d'alcool existant dans un cidre doit être accompagnée de la teneur en sucre et en acide acétique. Beaucoup de cidres sont consommés alors qu'ils en contiennent encore des proportions relativement fortes, qui peuvent varier depuis 10^{gr} jusqu'à 50^{gr} et même 60^{gr} par litre. D'autres, complètement fermentés, possèdent une saveur acétique nettement accusée; dans ce cas, la présence de l'acide acétique indique une perte d'alcool très sensible. Il y a donc intérêt à déterminer ce qu'on peut appeler la *proportion d'alcool total*, qui est la somme de l'alcool existant dans le cidre, de l'alcool que pourrait donner par la fermentation le sucre non transformé, et de l'alcool disparu par acétification.

» Le dosage des matières sucrées est encore utile pour compléter la valeur du renseignement fourni par le poids des matières extractives; et, lorsqu'il s'agit de décider si un cidre est pur ou s'il a été additionné d'eau, il est moins important de connaître le poids de l'extrait que la différence entre ce poids et celui des sucres.

» Enfin, la quantité de cendres que fournit un cidre et la composition de ces cendres ont aussi, pour le chimiste, un intérêt spécial, sur lequel il est inutile d'insister.

» Voici le résumé des résultats que nous avons obtenus. L'alcool a été évalué en volume et en centièmes; les autres nombres expriment des grammes et se rapportent à un litre de liquide.

Provenance.	Alcool existant.	Alcool total.	Matières sucrées.	Différence entre l'extrait et le sucre.	Cendres.
Calvados.......	1,6 à 6,7	5,9 à 9,4	2,8 à 65,0	17,4 à 30,8	2,27 à 3,22
Seine-Inférieure.	2,2 à 6,5	6,0 à 8,9	21,7 à 78,3	18,9 à 34,5	1,84 à 4,91
Eure	3,6 à 4,6	5,3 à 7,6	6,4 à 68,0	20,2 à 21,3	2,28
Orne	3,7 à 6,7	6,1 à 7,2	1,7 à 43,6	15,1 à 24,2	2,22 à 2,86
Manche	6,7 à 7,6	7,3 à 8,4	1,2 à 17,5	16,4 à 19,9	1,91
Sarthe	5,8 à 7,5	7,6 à 8,9	20,5 à 26,7	22,5 à 24,6	2,92 à 3,27
Mayenne.......	2,4 à 4,5	5,7	16,9 à 53,4	16,7 à 25,5	1,84 à 2,05
Ille-et-Vilaine ..	2,6 à 7,0	5,1 à 7,7	4,1 à 35,5	12,3 à 20,1	1,70 à 2,14
Côtes-du-Nord..	3,4 à 4,9	6,4 à 6,6	25,3 à 48,4	14,7 à 21,3	2,09 à 2,72

» Le plus grand nombre de ces cidres a fourni une proportion de cendres inférieure à $2^{gr},8$ par litre; des cidres d'Ille-et-Vilaine, de la pureté desquels nous sommes certain, n'ont donné que $1^{gr},70$, poids indiqué comme devant caractériser un cidre additionné d'eau. Dans une prochaine Communication nous nous occuperons de la composition de ces cendres.

» La proportion de l'alcool total est restée comprise entre les limites 5,1 et 9,40 pour 100.

» Le poids de l'extrait a varié en même temps que la teneur en sucre, depuis $17^{gr},5$ jusqu'à 100^{gr} par litre. Les cidres complètement fermentés ne contenaient plus que 1^{gr} à 2^{gr} de sucre par litre et présentaient, à la température de 15°, une densité égale à l'unité. D'autres, renfermant jusqu'à 78^{gr} de principes sucrés, avaient une densité égale à 1,039.

» La différence entre le poids de l'extrait et celui des matières sucrées varie d'un département à l'autre. Pour un même cidre, elle diminue à mesure que la fermentation est plus avancée; alors qu'au mois de mars on la trouvait égale à $19^{gr},92$ pour un cidre fabriqué avec des pommes d'Avranches, elle descendait à $16^{gr},44$ au mois de septembre suivant. Ces mêmes variations ont été observées sur des cidres fabriqués avec des pommes de Bretagne et avec des pommes du département de l'Orne.

» Nous ferons observer que le dosage de l'extrait est une opération délicate et que les nombres indiqués pour la teneur en matières extractives n'ont de valeur que si l'on spécifie les conditions dans lesquelles ils ont été obtenus. Nous avons pris pour poids d'extrait celui que l'on trouve en opérant sur 10^{cc} de liqueur et après sept heures de dessiccation à 100° dans une étuve de Gay-Lussac.

» Nous dirons aussi que, dans le dosage du sucre, il est nécessaire d'intervertir la liqueur après précipitation par le sous-acétate de plomb. Tous les cidres contiennent une proportion de sucre non réducteur, qui varie du quart au dixième du poids total des matières sucrées. La proportion est d'autant plus faible que la fermentation est plus avancée.

» Les nombres que nous donnons dans cette Note pourront être plus ou moins modifiés par de nouvelles analyses et par une étude plus complète des cidres que produit chaque département; mais nous avons pensé qu'il y avait utilité à publier ces premiers résultats, pour mettre en évidence les points qui nous paraissent les plus importants dans cette question. »

CHIMIE. — *Sur la fluorescence rouge de l'alumine.*
Note de M. **Lecoq de Boisbaudran.**

« M. **Lecoq de Boisbaudran** annonce, pour prendre date, que l'alumine calcinée et soumise à l'effluve électrique dans le vide ne lui a pas donné trace de fluorescence rouge. Cette fluorescence [ainsi que son spectre spécial ([1])] se montre brillamment quand l'alumine contient $\frac{1}{100}$ et même $\frac{1}{1100}$ de Cr^2O^3. Avec $\frac{1}{100000}$ de Cr^2O^3, on obtient encore du rose très visible.

» L'alumine additionnée de $\frac{1}{100}$ de MnO fluoresce en beau vert d'herbe; lorsqu'elle renferme $\frac{1}{100}$ de Bi^2O^3, il se produit du violet lilas à froid, et du bleu à chaud.

» De la magnésie contenant $\frac{1}{100}$ de Cr^2O^3 fluoresce en beau rouge, mais la chaux chromifère a donné une fluorescence peu différente de celle du CrO exempt de chrome.

» D'après ces observations, la présence du chrome paraît être indispensable à la production de la fluorescence rouge de l'alumine. Il y aurait analogie complète entre le rôle du chrome et celui de toute autre matière active, telle que Mn, Bi, Zα, Zβ ou Sm. »

([1]) Spectre si bien décrit dans l'Ouvrage classique de M. Becquerel: *La Lumière*, t. I, p. 340.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de deux candidats, qui devra être présentée à M. le Ministre de l'Instruction publique, pour la chaire de Pathologie comparée, laissée vacante au Muséum d'Histoire naturelle par le décès de M. Bouley.

Au premier tour de scrutin, destiné à la désignation du premier candidat, le nombre des votants étant 39,

M. Chauveau obtient . . . . 39 suffrages.

Au second tour de scrutin, destiné à la désignation du second candidat, le nombre des votants étant encore 39,

M. Gréhant obtient . . . . 39 suffrages.

En conséquence, la liste présentée à M. le Ministre de l'Instruction publique comprendra :

En première ligne. . . . . M. **Chauveau.**
En seconde ligne. . . . . M. **Gréhant.**

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un de ses Membres, qui devra faire partie de la Commission de contrôle de la circulation monétaire, au Ministère des Finances.

M. **Boussingault**, qui faisait partie de cette Commission depuis 1883, et dont les pouvoirs étaient expirés, est réélu à l'unanimité.

RAPPORTS.

Rapport fait, au nom de la Section de Physique, en réponse à une Lettre de M. le Ministre de l'Instruction publique, des Beaux-Arts et des Cultes, sur diverses questions concernant l'établissement des paratonnerres sur les bâtiments des Lycées.

(Commissaires : MM. Becquerel, Berthelot, Cornu, Mascart, Lippmann et Fizeau, rapporteur.)

« M. le Président de l'Académie a renvoyé à l'examen de la Section de Physique la Lettre suivante de M. le Ministre de l'Instruction publique, des Beaux-Arts et des Cultes, en date du 18 novembre dernier :

« Monsieur le Président,

» La Commission spéciale, nommée par mon Administration pour procéder à la réception des paratonnerres établis sur les bâtiments du petit Lycée Louis-le-Grand, a exprimé l'avis, corroboré par un Rapport de M. Trélat, architecte, membre de la Commission des bâtiments des Lycées et Collèges, qu'il était indispensable de rattacher spécialement chacun des planchers et des escaliers en fer de la maison aux conducteurs du paratonnerre, et que, sans cette précaution, le paratonnerre pourrait être dangereux, un coup de foudre pouvant éclater à travers le mur entre la tige directement frappée et les masses intérieures isolées.

» La précaution proposée entraînerait une dépense relativement importante, car, si elle était admise pour le petit Lycée Louis-le-Grand, il conviendrait en même temps de l'appliquer à tous les autres établissements nouvellement construits. Avant donc de prendre une décision à ce sujet, je désirerais être éclairé sur l'utilité qu'il y aurait à relier les charpentes métalliques des planchers aux conducteurs du paratonnerre.

» J'ai l'honneur de vous prier de vouloir bien soumettre la question à l'Académie des Sciences, et me faire connaître l'avis de cette Assemblée. Agréez, etc. »

» Comme on le voit, il s'agit surtout, dans la question soumise à notre examen, de l'influence que peuvent avoir sur le fonctionnement des paratonnerres les masses métalliques de diverses natures qui entrent aujourd'hui et d'une manière toujours croissante dans les constructions nouvelles; en effet, par suite des avantages résultant le plus souvent de la substitution du fer au bois, les planchers, les toitures, les escaliers, parfois même les portes et les fenêtres, se trouvent composés de matériaux métalliques bons conducteurs de l'électricité, et présentant parfois des masses continues de dimensions importantes situées à diverses distances des con-

ducteurs du paratonnerre, et certainement appelées à jouer un rôle plus ou moins sérieux dans les phénomènes électriques accompagnant les orages.

» Ces parties métalliques des constructions doivent-elles, oui ou non, être reliées par de bons conducteurs électriques avec l'appareil du paratonnerre?

» La même question se présente d'elle-même pour le réseau intérieur des diverses conduites d'eau, de gaz et de calorifères, non expressément désignées dans la Lettre qui nous occupe, mais dont il faut prévoir l'existence dans les bâtiments dont il s'agit.

» Ces tuyaux de conduite destinés à porter l'eau, le gaz, la chaleur aux différents étages de l'édifice, doivent-ils également être mis en communication avec l'appareil du paratonnerre?

» La réponse à faire à ces questions n'a pas paru douteuse à la Commission : oui, il est indispensable, pour réaliser, de la manière la plus prudente, la meilleure préservation des effets de la foudre, d'établir de bonnes communications entre l'appareil du paratonnerre et toutes les pièces métalliques d'une certaine importance existant à l'intérieur des bâtiments.

» Ajoutons que, s'il existe sur les bâtiments plusieurs paratonnerres et plusieurs conducteurs, se rendant dans des puits différents, les communications dont il s'agit devront atteindre autant que possible plusieurs des paratonnerres les plus voisins des pièces métalliques en question.

» Il peut être utile de rappeler, en terminant, que la Commission, en formulant sa réponse dans les termes qui précèdent, a admis implicitement que le paratonnerre lui-même était établi dans les meilleures conditions de fonctionnement, conformément aux principes les plus récents approuvés par l'Académie et que, notamment, la communication avec la terre ne laisse rien à désirer, ayant lieu par l'eau d'un puits qui ne doit tarir à aucune époque de l'année. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

GÉOMÉTRIE. — *Sur les principes fondamentaux de la Géométrie supérieure.* Mémoire de M. A. **Mouchot**. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Section de Géométrie.)

« Généraliser les figures de Géométrie en leur assignant des points imaginaires bien définis; prouver ensuite que les symboles algébriques

expriment tous des rapports de grandeur ou de situation entre les éléments de ces figures : tel est le double problème que j'étudie depuis bientôt trente ans et dont j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie une solution rationnelle et complète.

» Ma première Communication à ce sujet est mentionnée aux *Comptes rendus* du 17 juin 1865.

» Dans la *Réforme Cartésienne*, publiée en 1876 ([1]), je me suis surtout occupé des principes fondamentaux de l'Algèbre, sans donner à ceux de la Géométrie supérieure l'extension désirable. J'essaye aujourd'hui de combler cette lacune.

» Les figures de Géométrie peuvent être étudiées sous trois points de vue différents, selon qu'il s'agit de leur forme, de leur expression numérique ou de leur comparaison soit à la droite, soit au plan. De là pour elles trois sortes de propriétés, les unes descriptives, d'autres métriques, les troisièmes segmentaires : celles-ci formant la transition des premières aux secondes.

» Les propriétés descriptives des figures tendent à les isoler les unes des autres. Au contraire, leurs propriétés segmentaires ou métriques conduisent d'abord à les regarder indifféremment comme réelles ou imaginaires, puis à les grouper ensemble d'après leurs affinités, pour en former des lieux géométriques vraiment généraux.

» On atteint facilement ce but en ne voyant, dans le système de deux points ordinaires, appelés *composantes*, qu'un point unique, *réel* quand ces composantes sont superposées, *imaginaire* quand elles sont séparées l'une de l'autre.

» Ces deux manières d'être du point, ou *modes contraires*, s'étendent ensuite à toutes les figures géométriques, à commencer par les segments rectilignes.

» Ceux-ci peuvent être rectangles droits ou radiés.

» Le segment rectangle isoscèle a toujours le sens de la première de ses composantes : il est de plus *réel* ou *imaginaire*, selon que ces composantes sont entre elles de même sens ou de sens contraires; et ses changements successifs de sens et de mode suivent une loi régulière.

» Les segments rectangles groupés dans un plan autour d'un même point se répartissent en une infinité de systèmes rectangles, pouvant être subordonnés à l'un quelconque d'entre eux choisi pour premier système.

([1]) Paris, Gauthier-Villars.

Les segments de celui-ci sont réels ou imaginaires ; ceux de tous les autres sont *mixtes*, c'est-à-dire équivalents à la somme de deux segments de modes contraires.

» Par leurs projections sur une droite absolue ou sur un plan, les segments et systèmes rectangles engendrent les segments et systèmes droits ou radiés.

» Les segments rectilignes homogènes sont mesurables, puisqu'on en sait définir l'équipollence et la somme.

» L'unité linéaire est isoscèle. Dans ses transformations successives, elle prend quatre états différents, exprimés par les nombres 1 ou $+1$, i, -1, $-i$. En croissant d'une manière continue, elle engendre ses multiples, ceux de toutes ses parties aliquotes et les segments incommensurables avec elle.

» Ces diverses grandeurs s'expriment par la valeur positive ou négative de leur première composante, quand elles sont réelles; par cette même valeur affectée de i, quand elles sont imaginaires; par la somme des valeurs de leurs parties, quand elles sont mixtes. Il suffit, en outre, de définir les opérations relatives aux segments rectilignes pour légitimer celles qu'on effectue sur les nombres qui les représentent. C'est ainsi que l'Algèbre, affranchie des conventions qui l'ont déparée si longtemps, devient, comme le voulait Descartes, la science générale des rapports.

» On peut observer, enfin, que la conception des segments rectilignes de modes contraires, loin d'être en désaccord avec les essais antérieurs du même genre, est plutôt de nature à les concilier en les complétant, puisque les premières composantes des segments droits donnent les *cordes* et *coordonnées idéales;* celles des segments rectangles, les *quantités géométriques* ou *complexes;* et celles des segments radiés, une infinité d'espèces de grandeurs intermédiaires entre les précédentes.

» En traitant successivement de la ligne droite, des courbes algébriques, des aires planes, des fonctions transcendantes et de la géométrie de l'espace, je montrerai que la notion des points de modes contraires suffit pour établir l'harmonie la plus parfaite entre la science des nombres et celle de l'étendue, ou, en d'autres termes, pour donner au principe de la corrélation des figures toute l'extension qu'il comporte. »

M. C. Drobjasguin adresse, de Simféropol (Crimée), un Mémoire intitulé : « La loi de substitution, la théorie dualistique et la théorie de constitution, considérées au point de vue de la Dynamique. »

(Commissaires : MM. Cahours, Friedel, Troost.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un Opuscule de MM. *Léon Lalanne* et *G. Lemoine* « Sur les formules atomiques des principaux corps simples et composés et sur l'application de procédés graphiques aux calculs numériques des diverses combinaisons contenant, sous le titre d'*Abaque des poids atomiques*, une application de l'*Abaque* proposé depuis longtemps déjà par M. Léon Lalanne ». (Appendice au « Dictionnaire de Chimie pure et appliquée » de *Ad. Wurtz*). (Présenté par M. Friedel.)

M. le **Ministre de la Guerre** informe l'Académie qu'il a désigné MM. *Hervé Mangon* et *Perrier*, pour faire partie du Conseil de perfectionnement de l'École Polytechnique pendant l'année scolaire 1886-87, au titre de Membres de l'Académie des Sciences.

M. le colonel **Perrier** offre à l'Académie, au nom du Ministre de la Guerre, les Cartes suivantes, exécutées, sous sa direction, dans les ateliers du Service géographique de l'Armée.

A l'échelle de $\frac{1}{50000}$:

France : les feuilles de Clermont-en-Argonne, Gérardmer, Longwy, Metz, Belfort.

A l'échelle de $\frac{1}{200000}$:

France : les feuilles de Paris, Orléans, Mâcon, Bourges, Annecy, Berne, Moulins.

Une modification importante a été introduite dans la représentation du relief du terrain pour la feuille d'Annecy; cette feuille occupant une région montagneuse, on a substitué, dans la confection de l'estompe, l'hypothèse de la lumière oblique à celle de la lumière zénithale : le relief est ainsi plus saillant et les détails de la topographie, surtout les écritures, sont beaucoup plus lisibles. Ce procédé, qui augmente notablement la clarté de la Carte, sera employé dans toutes les feuilles de la région des Alpes et des Pyrénées qui paraîtront prochainement, et appliqué, dans les éditions nouvelles, aux feuilles de la région des Vosges qui ont déjà paru et qui ont été éclairées par la lumière zénithale.

MÉCANIQUE. — *Sur certains problèmes dans lesquels on considère, sur une courbe plane, des arcs de même origine parcourus dans le même temps que les cordes correspondantes.* Note de M. G. FOURET.

« Je me propose, dans la présente Note, de donner un aperçu [1] des principaux résultats que j'ai obtenus, en résolvant les deux problèmes suivants, inverses l'un de l'autre :

» I. *Un point matériel soumis dans un plan à une force dérivant d'un potentiel déterminé part d'une origine* O *avec une vitesse donnée. Sur quelle courbe* (C) *doit-il se mouvoir pour décrire, à partir du point* O, *un arc quelconque, dans le même temps qu'il mettrait à décrire la corde correspondante?*

» II. *Étant donnés, dans un plan, une courbe* (C) *et un point* O *sur cette courbe, trouver une force dérivant d'un potentiel sous l'action de laquelle un mobile, ayant une vitesse initiale donnée, parcoure, à partir du point* O, *un arc quelconque de la courbe* (C), *dans le même temps qu'il lui faudrait pour parcourir la corde correspondante.*

» Le premier de ces problèmes n'a de solution qu'autant que la vitesse initiale est nulle, et que l'expression du potentiel a la forme

$$\psi\left[\frac{r}{\varphi(\theta)}\right]\varphi^2(\theta), \tag{1}$$

r et θ désignant les coordonnées polaires du point mobile, rapportées au point O comme pôle. L'équation de la courbe (C) cherchée est alors

$$r^2 = k^2\varphi(\theta)e^{-\int\frac{\varphi(\theta)}{\varphi'(\theta)}d\theta},$$

k désignant un paramètre arbitraire.

» Le second problème n'est également possible que si la vitesse initiale est nulle. Dans cette hypothèse, étant donnée l'équation

$$r = k\varpi(\theta)$$

de la courbe (C), le potentiel cherché s'obtient, en faisant dans l'expres-

---

[1] Les développements se trouvent dans un Mémoire qui paraîtra prochainement dans le *Journal de l'École Polytechnique*.

sion (1)

$$\varphi(\theta) = \varpi(\theta)\, e^{-\int \sqrt{\left[\frac{\varpi'(\theta)}{\varpi(\theta)}\right]^2 + 1}\, d\theta}.$$

La fonction ψ est arbitraire.

Dans le cas où l'équation de la courbe (C) est de la forme

$$r^{2m^2p} = 2k^{2m^2p} \sin m\theta \cos^{m^2p^2} m\theta,$$

m et p désignant des nombres positifs quelconques, on trouve, pour expression générale du potentiel résolvant le problème II,

$$\psi\left(\frac{r}{\cos^p m\theta}\right) \cos^{2p} m\theta.$$

» On a ainsi, notamment, la solution complète de ce problème pour les courbes définies par l'équation

$$r^n = k^n \sin n\theta,$$

obtenue en supposant $m = \frac{1}{p} = \frac{n}{2}$. Ces courbes, bien connues, possèdent des propriétés remarquables, et ont été étudiées, à différents points de vue, par un grand nombre de géomètres, parmi lesquels il convient de citer Maclaurin, Euler, L'Hôpital, Fagnano, Riccati, Lamé, Serret, MM. O. Bonnet, Halphen, Haton de la Goupillière, W. Roberts (1).

» En particulier, pour $n = 2$, on a une lemniscate de Bernoulli ayant son centre en O. Dans ce cas, en attribuant à la fonction arbitraire $\psi(u)$ la forme $\alpha u + \beta u^2$, on trouve, comme répondant aux conditions du problème II, une force centrale proportionnelle à la distance, qui devient une force constante en grandeur et direction, lorsque β est nul. On arrive ainsi à une belle propriété de la lemniscate due, pour le cas de la force constante, à Saladini (2), pour le cas de la force centrale proportionnelle à la distance, à M. O. Bonnet (3).

» Il est remarquable que, si l'on excepte ces deux derniers cas, le pro-

---

(1) On trouve sur ce sujet une intéressante Notice de M. Haton de la Goupillière, dans les *Nouvelles Annales de Mathématiques*, 2e série, t. XV, p. 97.

M. Humbert, dans un travail encore inédit, a également rencontré des propriétés nouvelles de ces mêmes courbes.

(2) *Memorie dell' Istituto nazionale Italiano*, t. I, p. 2.

(3) *Journal de Mathématiques pures et appliquées*, t. IX, p. 116.

blème I soit impossible pour deux catégories importantes de forces : pour les forces centrales et pour celles qui, constamment parallèles à une direction fixe, sont fonctions de la distance de leur point d'application à une droite fixe.

» L'analyse qui m'a servi dans mon travail repose sur une relation géométrique très simple qui, pour un potentiel donné, lie la courbe (C) aux courbes *synchrones*, lieux des positions simultanées de mobiles de même masse, partant au même instant du point O sans vitesse, et décrivant des droites. En considérant, en un point M quelconque de la courbe (C), la tangente MT à cette courbe, et la tangente MU à la courbe synchrone qui y passe, ces tangentes étant supposées dirigées en sens inverse de celui où croissent les angles polaires, on a la relation

$$\pi + \widehat{\mathrm{OMT}} = 2.\widehat{\mathrm{OMU}}.$$

» De là résulte, entre autres conséquences, un procédé pour étendre la solution du problème II, obtenue dans le cas d'une courbe déterminée (C), à toute une série de courbes qui en dérivent par une transformation bien connue, due à M. W. Roberts.

» Les considérations géométriques que je viens d'indiquer sont une généralisation de celles dont Fuss (1) et M. Resal (2) ont fait usage pour démontrer très simplement, le premier le théorème de Saladini, le second le théorème de M. Bonnet sur la lemniscate. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur un theorème connu.* Note de M. **P. Serret.**

« C'est toujours de l'emploi *partiel* des *relations diverses* qui existent entre les éléments d'une figure donnée, de la séparation et de la mise en œuvre des seules *relations utiles*, c'est-à-dire de celles de toutes les relations données que l'on prévoit devoir suffire à l'objet que l'on a en vue, que résulte ce dernier maximum de simplicité ou de rapidité, qui est toute l'élégance de la Géométrie.

» Quant à la manière de séparer ces relations que nous disons utiles, la seule indication, vraiment effective et pratique que l'on puisse donner, est,

---

(1) *Mémoires de l'Académie des Sciences de Saint-Pétersbourg,* t. IX, p. 91.
(2) *Nouvelles Annales de Mathématiques,* 3e série, t. I, p. 481.

ce nous semble, de se reporter, dans chaque cas, au précepte de Lagrange, c'est-à-dire de chercher à reconnaître tout d'abord « le plus grand degré d'indétermination dont la grandeur est susceptible », ou la forme la plus vague et la moins explicite, dans laquelle nous pouvons peut-être la laisser, sans inconvénient pour l'objet partiel que nous avons en vue.

» Pour en donner un exemple, proposons-nous d'établir *directement* la correspondance des lignes de courbure dans deux surfaces à rayons vecteurs réciproques.

» Soient

$m(x, y, z)$ le point décrivant de la première surface (s);
$M(X, Y, Z)$ le point décrivant de la seconde;
a, b, c les cosinus directeurs de la normale $\overline{mn}$ à la première surface;
A, B, C les cosinus analogues de la normale $\overline{MN}$ à la seconde.

» On aura d'abord, par suite des valeurs réciproques des rayons vecteurs $\overline{Om}$ et $\overline{OM}$,

$$(1) \qquad \frac{X}{x} = \frac{Y}{y} = \frac{Z}{z} = \lambda = \frac{\overline{OM}}{\overline{Om}} = \frac{K}{\overline{Om}^2}.$$

» Puis, en remarquant que le rayon vecteur $\overline{OmM}$, de cosinus directeurs proportionnels à x, y, z, est parallèle à la bissectrice de l'angle des deux normales (a, b, c), (A, B, C), on pourra écrire

$$(2) \qquad \frac{A+a}{x} = \frac{B+b}{y} = \frac{C+c}{z} = \mu.$$

» De là, définitivement, et en désignant par λ et μ des fonctions déterminées de x, y, z, qu'il est possible que nous n'ayons pas besoin d'expliciter,

$$(1') \qquad \begin{cases} X = \lambda x, \\ Y = \lambda y, \\ Z = \lambda z; \end{cases}$$

$$(2') \qquad \begin{cases} A = -a + \mu x, \\ B = -b + \mu y, \\ C = -c + \mu z. \end{cases}$$

» Cela posé, imaginons que le point $M(X, Y, Z)$ décrive une ligne de

courbure

(3) $$\frac{\partial A}{\partial X} = \frac{\partial B}{\partial Y} = \frac{\partial C}{\partial Z} = \frac{1}{R}$$

de la surface (S); et voyons se vérifier que le point correspondant $m(x, y, z)$ de l'autre surface (s) décrit de même une ligne de courbure de celle-ci.

» Remplaçant, à cet effet, dans la formule (3), les différentielles par leurs valeurs tirées des formules (1') et (2'), il vient d'abord

(3') $$\frac{1}{R} = \frac{\mu\,\partial x + x\,\partial\mu - \partial a}{\lambda\,\partial x + x\,\partial\lambda} = \frac{\mu\,\partial y + y\,\partial\mu - \partial b}{\lambda\,\partial y + y\,\partial\lambda} = \frac{\mu\,\partial z + z\,\partial\mu - \partial c}{\lambda\,\partial z + z\,\partial\lambda}.$$

» De là, ensuite, en composant (par addition des numérateurs et addition des dénominateurs) les trois rapports multipliés respectivement, haut et bas, par a, b, c; et ayant égard aux identités de définition,

$$a\,\partial a + b\,\partial b + c\,\partial c = 0, \qquad a\,\partial x + b\,\partial y + c\,\partial z = 0,$$

il vient, en second lieu,

(3'') $$\left\{\begin{aligned} \frac{1}{R} &= \underbrace{\frac{\mu\,\partial x + x\,\partial\mu - \partial a}{\lambda\,\partial x + x\,\partial\lambda}}_{(\alpha).} = \underbrace{\frac{\mu\,\partial y + y\,\partial\mu - \partial b}{\lambda\,\partial y + y\,\partial\lambda}}_{(\beta).} = \underbrace{\frac{\mu\,\partial z + z\,\partial\mu - \partial c}{\lambda\,\partial z + z\,\partial\lambda}}_{(\gamma).} \\ &= \frac{\partial\mu\,\Sigma a x}{\partial\lambda\,\Sigma a x} = \frac{\partial\mu}{\partial\lambda} = \underbrace{\frac{x\,\partial\mu}{x\,\partial\lambda}}_{(\alpha').} = \underbrace{\frac{y\,\partial\mu}{y\,\partial\lambda}}_{(\beta').} = \underbrace{\frac{z\,\partial\mu}{z\,\partial\lambda}}_{(\gamma').}; \end{aligned}\right.$$

ou encore, et en composant (par soustraction des numérateurs et soustraction des dénominateurs) les rapports (α) et (α'), (β) et (β'), (γ) et (γ'),

(3''') $$0 = \frac{\mu\,\partial x - \partial a}{\lambda\,\partial x} = \frac{\mu\,\partial y - \partial b}{\lambda\,\partial y} = \frac{\mu\,\partial z - \partial c}{\lambda\,\partial z},$$

c'est-à-dire enfin

(3^{iv}) $$\frac{\partial x}{\partial a} = \frac{\partial y}{\partial b} = \frac{\partial z}{\partial c} = \frac{1}{\mu},$$

ce qui démontre le théorème.

» Il existe une démonstration géométrique, décalquée en quelque manière de la précédente, et où la vérification se réduit à l'égalité sinussique, qui exprime la propriété des transversales sur la sphère. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Sur l'exploseur-vérificateur de quantité et de tension.* Note de MM. **Louis de Place** et **Bassée-Crosse**, présentée par M. Perrier.

« L'exploseur de quantité et de tension de Place-Bassée se compose d'une pile humide du système de Place-Germain, d'une bobine d'induction et d'un téléphone.

» La nouvelle pile de Place-Germain, grâce aux propriétés spéciales de la substance qui constitue l'absorbant, n'évapore pas et n'effleurit pas; elle ne dépense pas en circuit ouvert et fonctionne en circuit fermé tant qu'elle est humide, jusqu'à usure complète des zincs. Il suffit pour régénérer la pile, et cela après un long espace de temps, de la tremper dans une solution de chlorhydrate d'ammoniaque, ou simplement dans l'eau de mer, ce qui rend l'emploi de cette pile des plus convenables pour la marine et le service des torpilles. La substance absorbante est le cofferdam, dont M. Germain a appliqué les propriétés remarquables d'absorption. La fibre de noix de coco finement pulvérisée peut, en effet, contenir jusqu'à dix fois son poids d'eau. La disposition très spéciale de cette pile, dite *voltaïque*, est de M. de Place.

» *Description de l'appareil.* — L'exploseur est contenu dans une boîte de petit volume. Sur le dessus du couvercle intérieur, on remarque trois boutons commutateurs portant des étiquettes gravées, un téléphone du système Barbier sur son siège et deux bornes à ressort destinées à recevoir les fils du circuit extérieur.

» *Explosion de quantité.* — Le bouton commutateur de droite est destiné à faire exploser les amorces de quantité à fil de platine fonctionnant par courants continus, en lançant dans le circuit extérieur le courant de la pile. Un *groupe* pesant 700^{gr} de la pile *voltaïque* de Place-Germain donne une tension de 7 volts et une intensité de 0,3 d'ampère, ce qui permet l'explosion des amorces de quantité dans un circuit de grande longueur.

» *Explosion de tension.* — Le bouton commutateur de gauche est destiné à lancer du même coup et le courant de la pile dans l'inducteur de la bobine, et le courant de l'induit de cette bobine dans le circuit extérieur. Avec les amorces de tension, l'appareil peut donner des explosions dans des circuits de plus de 100^{km}.

» *Vérification.* — Maintenant encore, dans bien des cas, la vérification des amorces se fait avec une pile spéciale et un galvanomètre. Cette méthode, qui a pour but de s'assurer de la continuité du fil de platine des amorces de quantité, est très délicate et peut donner lieu à des explosions prématurées, si l'on ne connaît pas parfaitement la résistance des amorces et la force de la pile de vérification. Aussi a-t-on été amené à construire des amorces très résistantes, ce qui n'est pas avantageux.

» La méthode de vérification des circuits au téléphone n'est pas nouvelle; elle a été employée d'abord en Amérique par le capitaine Mac-Evoy pour la vérification des torpilles sous-marines et appliquée plus récemment en France par M. Ducretet. Cette méthode ne peut pas donner lieu à des explosions prématurées, l'intensité du courant nécessaire pour faire parler un téléphone ne dépassant pas l'ordre des millionièmes d'ampère. L'exploseur de Place-Bassée est construit de telle façon dans ses communications, que, par le seul fait d'enlever le téléphone de son siège, on introduit dans le circuit extérieur des résistances telles, qu'en appuyant sur le bouton commutateur du milieu, destiné aux vérifications comme son étiquette l'indique, il n'y a aucun danger de donner des explosions prématurées. Nous avons vérifié maintes fois des amorces de quantité ayant seulement 0,1 d'ohm de résistance, et cela aux bornes de l'appareil, sans jamais avoir eu d'explosion accidentelle.

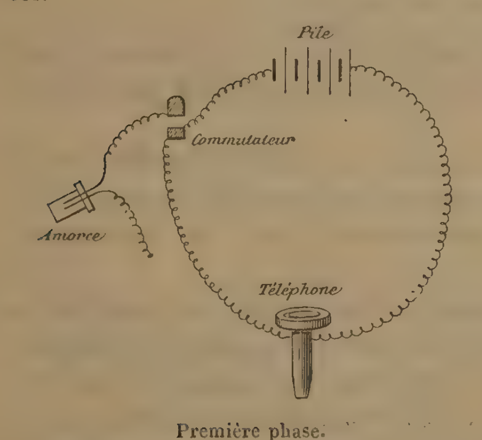
» *Vérification des amorces de quantité.* — Pour vérifier les amorces de quantité, il suffit d'enlever le téléphone de son siège pour que, aussitôt, le fil induit très fin et très résistant de la bobine entre automatiquement dans le circuit extérieur, de telle sorte qu'en commutant vivement et à fond plusieurs fois de suite au bouton de vérification, il passe le courant nécessaire pour faire *parler le téléphone très fort si l'amorce est bonne,* par suite de la continuité du fil de platine. Si le fil de platine n'existe pas ou s'il est brisé, *le téléphone reste muet et l'amorce est mauvaise.* C'est donc une vérification aussi bonne que la vérification au galvanomètre et, d'un autre côté, beaucoup plus facile, puisqu'elle se fait *sans danger* avec la même pile qui sert à l'explosion. Une seule chose ne peut être vérifiée, ni par le téléphone ni par le galvanomètre : c'est l'absence du fulmi-coton dans l'amorce.

» *Vérification des amorces de tension.* — Quant aux amorces de tension, elles sont, comme on le sait, composées de deux fils isolés dont les bouts dénudés, placés à bonne distance d'étincelle, plongent dans une composition fusante rendue légèrement conductrice par l'addition de quelques parties

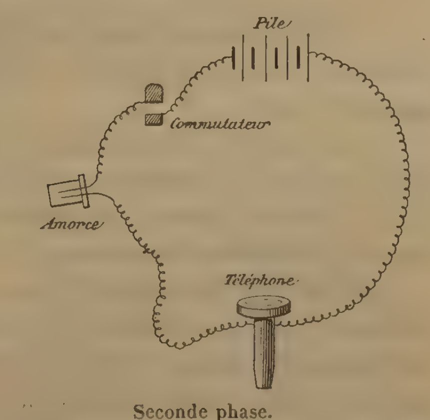
de charbon de cornue finement pulvérisé. Mais cette conductibilité est trop faible pour que le courant de la pile lancé dans l'amorce et le téléphone fasse parler ce dernier.

» Il faudrait, pour rendre l'amorce *parlante,* la fixer (le circuit téléphonique étant établi) par une de ses branches à l'une des bornes de l'exploseur, l'autre branche de l'amorce ne communiquant avec rien; puis, cela fait, commuter vivement et à fond plusieurs fois de suite. Dans ce cas, l'amorce se charge comme un condensateur, et si l'on rattache au téléphone la branche de l'amorce qui tout à l'heure *était en l'air,* l'amorce parlera pendant quelques minutes pour redevenir silencieuse après un laps de temps plus ou moins long, suivant que l'*amorce condensateur* aura été chargée plus ou moins longtemps. On entendra donc dans le téléphone, pendant quelques instants, en commutant sur le bouton, les décharges successives du petit condensateur formé par l'amorce.

» Les deux figures schématiques ci-dessous représentent les phases de ce phénomène, qui nous a semblé assez curieux pour que nous l'exposions ici.



Première phase.
L'amorce se charge comme condensateur.



Seconde phase.
L'amorce formant condensateur se décharge.

» On comprend qu'il eût été délicat et presque impossible d'agir de la sorte pour la vérification des amorces de tension; aussi, dans l'exploseur de Place-Bassée une autre disposition a été prise. Le fait seul d'enlever le téléphone de son siège place l'amorce en dérivation sur le fil induit de la bobine.

» De telle sorte qu'en commutant à fond, vivement et rapidement, sur le bouton, le courant de la pile se trouve à chaque contact du bouton lancé dans le fil induit de la bobine, puis, au moment où le bouton se relève, le

courant se rompant, l'extra-courant de rupture ne trouve plus pour passer que l'amorce et le téléphone; il fait alors parler ce dernier de différentes façons, suivant que l'amorce est bonne ou mauvaise :

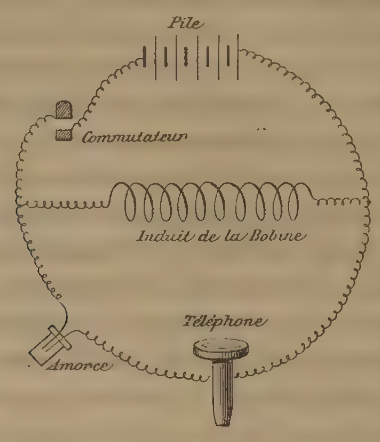


Figure schématique montrant le dispositif de vérification obtenu automatiquement dans l'exploseur.

» 1° *Si l'amorce est bonne,* la légère conductibilité de sa substance explosive donne dans le *téléphone un bruit léger, saisissable quand le téléphone est appliqué à l'oreille;*

» 2° *Si l'amorce est mauvaise* parce que les extrémités dénudées de ses fils se touchent, *le téléphone parle bruyamment et s'entend à distance;*

» 3° *Si enfin l'amorce est mauvaise* par suite de l'absence de composition fusante, *le téléphone reste muet.*

» Cet appareil est portatif, peu encombrant, peu fragile, de conservation indéfinie, d'un prix relativement peu élevé (bien moins cher que l'exploseur magnéto dit *coup de poing*), et il a l'avantage de remplacer, sans manipulation, les exploseurs de quantité et les exploseurs de tension.

Il donne enfin, sans danger d'explosion prématurée, la vérification des circuits à un moment quelconque pour l'une et pour l'autre espèce d'amorce. »

PHYSIQUE. — *Recherches calorimétriques sur les chaleurs spécifiques et les changements d'état aux températures élevées.* Note de M. **Pionchon**, présentée par M. Berthelot.

« Dans ce premier travail sur un aussi vaste sujet, j'ai examiné un certain nombre de métaux qui, en raison de la diversité de leurs propriétés,

m'ont permis de mettre à l'épreuve, dans les circonstances les plus variées, la méthode dont je comptais faire usage (¹). Les uns, comme le platine iridié et le platine palladié, étaient à la fois très difficilement fusibles et inaltérables. D'autres, comme le fer, le nickel, le cobalt, étaient aussi très réfractaires, mais oxydables. D'autres, comme l'argent, devaient être fondus dans le cours des expériences et étudiés en partie à l'état liquide. L'étain enfin offrait le cas intéressant d'un métal pouvant être étudié à l'état liquide dans un très grand intervalle de températures. Les principaux résultats de cette étude sont groupés dans le Tableau suivant :

Argent.... de 0° à 907°
$$\left\{\begin{array}{l} q_0^t = 0{,}0578\,t + 0{,}0000044\,t^2 + 0{,}000000006\,t^3, \\ \gamma_t = 0{,}0578 + 0{,}0000088\,t + 0{,}000000018\,t^2; \end{array}\right.$$

de 907 à 1100
$$\left\{\begin{array}{l} q_0^t = 0{,}0748\,t + 17{,}20, \\ \gamma_t = 0{,}0748; \end{array}\right.$$

Étain...... de 232,7 à 1110
$$\left\{\begin{array}{l} q_0^t = 14{,}375 + 0{,}0612931\,t - 0{,}0000104741\,t^2 + 0{,}0000000103448\,t^3, \\ \gamma_t = 0{,}0612931 - 0{,}0000209482\,t + 0{,}0000000310344\,t^2; \end{array}\right.$$

Fer....... de 0 à 660
$$\left\{\begin{array}{l} q_0^t = 0{,}11012\,t + 0{,}0000253333\,t^2 + 0{,}000000054666\,t^3, \\ \gamma_t = 0{,}11012 + 0{,}0000506666\,t + 0{,}000000163998\,t^2; \end{array}\right.$$

de 660 à 720
$$\left\{\begin{array}{l} q_0^t = 0{,}57803\,t - 0{,}00143598\,t^2 + 0{,}000001195\,t^3, \\ \gamma_t = 0{,}57803 - 0{,}00287196\,t + 0{,}000003585\,t^2; \end{array}\right.$$

de 720 à 1000
$$\left\{\begin{array}{l} q_0^t = 0{,}218\,t - 39, \\ \gamma_t = 0{,}218; \end{array}\right.$$

de 1050 à 1200
$$\left\{\begin{array}{l} q_0^t = 0{,}19887\,t - 23{,}44, \\ \gamma_t = 0{,}19887; \end{array}\right.$$

Nickel...... de 0 à 230
$$\left\{\begin{array}{l} q_0^t = 0{,}10836\,t + 0{,}00002233\,t^3, \\ \gamma_t = 0{,}10836 + 0{,}00004466\,t; \end{array}\right.$$

de 230 à 400
$$\left\{\begin{array}{l} q_0^t = 0{,}183493\,t - 0{,}000282\,t^2 + 0{,}00000046666\,t^2, \\ \gamma_t = 0{,}183493 - 0{,}000564\,t + 0{,}000001399998\,t^2; \end{array}\right.$$

de 400 à 1150
$$\left\{\begin{array}{l} q_0^t = 0{,}099\,t + 0{,}00003375\,t^2 + 6{,}55, \\ \gamma_t = 0{,}099 + 0{,}00006175\,t; \end{array}\right.$$

Cobalt .... de 0 à 890
$$\left\{\begin{array}{l} q_0^t = 0{,}10584\,t + 0{,}0000228667\,t^2 + 0{,}0000000219427\,t^3, \\ \gamma_t = 0{,}10584 + 0{,}0000457334\,t + 0{,}0000000658281\,t^2; \end{array}\right.$$

de 890 à 1150
$$\left\{\begin{array}{l} q_0^t = 0{,}124\,t + 0{,}00004\,t^2 - 14{,}8, \\ \gamma_t = 0{,}124 + 0{,}00008\,t. \end{array}\right.$$

» Chacun de ces corps a donné lieu à quelque observation intéressante. L'étude de l'argent, jusqu'à une température supérieure de 200° à son point de fusion, a fourni un nouvel exemple de la presque identité de la

(¹) Voir *Comptes rendus*, séance du 22 mars 1886.

chaleur spécifique des métaux avant et après la fusion; on voit en effet que l'on a

$$\gamma_{800} = 0,076, \qquad \gamma_{1000} = 0,0748.$$

» Cet argent étant introduit à l'état solide dans une boîte en fer, enfermée elle-même dans une enveloppe de platine, se trouvait dans l'impossibilité d'absorber de l'oxygène quand il venait à être fondu. Est-ce à cette circonstance qu'il faut attribuer le fait que son point de fusion s'est montré notablement inférieur (907°) à celui que des observateurs précédents avaient trouvé pour l'argent fondu au contact de l'air (954°)? La question mérite d'être examinée. On ne voit pas *a priori* d'impossibilité à ce que l'oxygène dissous dans l'argent fondu à l'air ait une influence sur le point de solidification.

» La faible et lente variation ($\gamma_{250} = 0,05799$; $\gamma_{1100} = 0,0758$) de la chaleur spécifique de l'étain fondu montre que ce liquide diffère singulièrement des liquides ordinaires, chez lesquels, au contraire, la chaleur spécifique varie avec la température d'une manière extrêmement rapide.

» Les boîtes en fer étant attaquées par l'étain aux températures élevées, j'ai employé, à leur défaut, des boîtes en charbon de cornue, dont j'ai dû faire au préalable l'étude calorimétrique. Il y a identité parfaite à ce point de vue entre ce charbon et le graphite, dont l'étude a été faite par Weber. Mes expériences reçoivent ainsi de celles de Weber un contrôle précieux, et en retour elles viennent à l'appui de la remarquable proposition formulée par ce physicien, savoir qu'aux températures élevées toutes les variétés de carbone ont la même chaleur spécifique.

» Pour les trois métaux magnétiques, la variation de la chaleur spécifique a révélé l'existence de modifications allotropiques. Ces changements d'état ont lieu pour le fer entre 660° et 720° et vers 1050°; pour le nickel, entre 220° et 400°; enfin, pour le cobalt, vers 900°. Ils expliquent les singularités qui avaient été si remarquées dans la marche des phénomènes présentés par ces corps et dans l'étude chimique de leurs composés [1]. Maintenant que l'étude calorimétrique de ces métaux est faite, celle de la variation de leurs diverses propriétés avec la température deviendra relativement facile. On opérera sur de petites masses enfermées, comme je l'ai indiqué, dans des enveloppes de platine; au moment où l'on aura observé un effet quelconque,

---

[1] Voir Moissan, *Sur les oxydes métalliques de la famille du fer* (*Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XXI, p. 199; 1880).

il suffira de les plonger dans un calorimètre pour connaître, par la quantité de chaleur communiquée à l'eau, la température qu'elles possédaient à cet instant. Avant d'entreprendre, dans cette voie, des recherches précises, j'ai fait quelques expériences d'essai sur la disparition des propriétés magnétiques, et je me suis assuré qu'elle correspond, ce qui était extrêmement probable, aux changements d'état que j'ai signalés.

» Une question importante se pose au terme de toute recherche sur les chaleurs spécifiques. Quelle est la conclusion à tirer des nouvelles recherches, touchant la loi de Dulong et Petit? Les chaleurs spécifiques étant variables avec la température [1] et inégalement variables pour les différents corps, la loi en question ne saurait avoir le caractère de rigueur absolue qu'on lui avait attribué tout d'abord. Elle se réduit à une simple remarque : c'est qu'il y a un intervalle de températures, l'intervalle de 0° à 100°, dans lequel les valeurs des produits des chaleurs spécifiques des différents corps par leurs équivalents sont plus voisines les unes des autres que partout ailleurs. Les courbes qui représentent ces produits forment, dans cet espace, un faisceau assez resserré; mais, à mesure que la température s'élève, ce faisceau devient de plus en plus divergent. Mes expériences confirment donc pleinement le jugement porté sur la loi de Dulong et Petit par M. Berthelot [2]. »

CHIMIE. — *Sur les tensions de vapeur des dissolutions faites dans l'éther.* Note de M. **Em. Raoult**, présentée par M. Berthelot.

« J'ai trouvé, il y a déjà longtemps (*Comptes rendus*, 22 juillet 1878), qu'il existe une relation étroite entre les diminutions de tension de vapeur des dissolutions aqueuses, les abaissements de leurs points de congélation, et les poids moléculaires des corps dissous. Cette observation a été le point de départ de mes recherches sur le point de congélation (*Comptes rendus*, t. XCIV à CI), et c'est encore elle qui, aujourd'hui, me conduit à entreprendre un travail semblable sur les tensions de leurs vapeurs.

» Je me suis d'abord occupé des dissolutions faites dans l'éther, parce qu'elles se prêtent aisément à ce genre d'études, et j'en ai déterminé les

---

(1) Ainsi, pour le fer, $\gamma_0 = 0,11012$; $\gamma_{1000} = 0,218$, valeur sensiblement double de la précédente (voir ma Note du 21 juin 1886).

(2) Berthelot, *Mécanique chimique*, t. I, p. 475.

tensions de vapeur par la méthode de Dalton. Je mesure, au cathétomètre, les hauteurs du mercure soulevé dans des tubes barométriques, dont l'un ne contient que du mercure et dont les autres renferment, en outre, une colonne de $0^m,03$ environ, soit d'éther pur, soit d'éther tenant en dissolution diverses substances aussi peu volatiles que possible. Ces tubes ont une longueur de 1^m et un diamètre intérieur de $0^m,01$. Ils sont étirés, à leur partie supérieure, en une longue pointe qui sert à en extraire toute trace de gaz; à cet effet, on les enfonce dans une cuve profonde, on coupe la pointe, et, quand l'éther intérieur en touche l'extrémité effilée, on ferme celle-ci d'un trait de chalumeau. Avant de procéder aux mesures, on agite toutes les dissolutions et l'on en mouille bien les parois. Pour cela, on saisit successivement chaque tube avec une pince en bois et on l'incline assez fortement pour que l'éther vienne heurter le sommet; on le redresse ensuite et l'on recommence ainsi plusieurs fois. Cette opération est indispensable. Dans le calcul des résultats, j'ai soin d'ajouter, à la pression du mercure dans chaque tube, celle qui provient de la petite colonne d'éther, ou de dissolution éthérée, qui lui est superposée. J'ai même la précaution de corriger le titre des dissolutions de la petite quantité d'éther, séparée sous forme de vapeur. Toutes corrections faites, j'obtiens ainsi les tensions de vapeur de l'éther et des dissolutions éthérées, à $\frac{1}{10}$ de millimètre près. Voici l'indication des principaux résultats.

» *Influence de la température.* — Entre 0° et 25° C., la différence, entre la tension de vapeur d'une dissolution éthérée et celle de l'éther, est *rigoureusement* proportionnelle à la tension de vapeur de l'éther pur; de sorte que, si l'on désigne par f la tension de vapeur de l'éther et par f' la tension de vapeur, à la même température, d'une dissolution éthérée déterminée, le rapport $\frac{f-f'}{f}$ est indépendant de la température et caractérise cette dissolution.

» *Influence du degré de concentration.* — Pour les dissolutions de concentration moyenne, renfermant, par exemple, de 1^{mol} à 5^{mol} de substance dissoute pour 5000^{gr} d'éther, la différence entre leur tension de vapeur et celle de l'éther pur est sensiblement proportionnelle au poids de substance dissoute dans un poids constant de dissolvant.

» Si donc on désigne par M le poids moléculaire d'un composé déterminé et par P le poids de ce composé existant en dissolution dans 100^{gr} d'éther, on a

$$\frac{f-f'}{f} \times \frac{M}{P} = K.$$

» Cette quantité K représente la différence relative de tension de vapeur que produirait 1^{mol} de substance, en se dissolvant dans 100^{gr} d'éther ; elle est constante pour chaque substance et elle constitue ce que j'appellerai sa *diminution moléculaire de tension*.

» *Influence de la nature du corps dissous.* — Tout corps, en se dissolvant dans l'éther, diminue la tension de vapeur de ce liquide. La diminution relative de tension, produite par 1^{gr} de substance dans 100^{gr} d'éther, peut varier extrêmement avec la nature de la substance dissoute ; mais la *diminution moléculaire de tension* K, calculée par la formule qui précède, n'en dépend pas et reste la même pour tous les corps. C'est ce que montre le Tableau suivant :

Substanee dissoute dans l'éther.	Formule chimique.	Poids moléculaire	Diminution moléculaire de tension K.
Éthylène perchloré	C^2Cl^6	237	0,71
Essence de térébenthine	$C^{10}H^{16}$	136	0,71
Salicylate de méthyle	$C^8H^8O^3$	152	0,71
Azocuminate de méthyle	$C^{22}H^{26}Az^2O^4$	382	0,68
Acide cyanique	CAzOH	43	0,70
Acide benzoïque	$C^7H^6O^2$	122	0,71
Acide trichloracétique	$C^2Cl^3O^2H$	163,5	0,71
Aldéhyde benzoïque	C^7H^6O	106	0,72
Alcool caprylique	$C^8H^{18}O$	130	0,73
Cyanamide	CAz^2H^2	42	0,74
Aniline	C^6H^7Az	93	0,71
Mercure-éthyle	$C^4H^{10}Hg$	258	0,69
Chlorure antimonieux	$SbCl^3$	228,5	0,67

» Il résulte de là que les *diminutions moléculaires de tension* de vapeur sont toujours comprises entre 0,67 et 0,74 et, généralement, très voisines de la moyenne 0,71, quels que soient la composition, la fonction chimique et le poids moléculaire des corps dissous. En d'autres termes, *si l'on dissout* 1^{mol} *d'un composé quelconque dans* 100^{gr} *d'éther, on diminue la tension de vapeur de ce liquide d'une fraction constante de sa valeur normale ; cette fraction est de* 0,71, *à toutes les températures comprises entre* 0° *et* 25°. »

PHYSIQUE. — *Sur l'entraînement des corps dissous, dans l'évaporation de leur dissolvant.* Note de M. **P. Marguerite-Delacharlonny**, présentée par M. Debray.

« L'ébullition tumultueuse de l'eau entraîne avec la vapeur une certaine quantité de particules liquides. Si l'eau portée à l'ébullition contient des sels dissous, ceux-ci se trouvent entraînés avec elle. Cet entraînement produit des concrétions calcaires dans les conduites de vapeur. Il se produit également aux températures inférieures à l'ébullition, même dans la simple évaporation à la température ordinaire.

» Les expériences ont porté sur un acide et une base et sur deux sels, l'un acide, l'autre alcalin; les résultats avec tous ces corps ont été identiques : l'évaporation de l'eau leur servant de dissolvant a entraîné dans l'air une partie des corps dissous.

» On a opéré ainsi sur l'acide sulfurique, la soude, le sulfate ferrique et le carbonate de soude ; les réactifs utilisés ont été, pour l'acide sulfurique, le papier de tournesol et l'hélianthine, pour la soude le papier de tournesol rougi, pour le sulfate ferrique, le sulfocyanure de potassium et pour le carbonate de soude, le papier de tournesol rouge.

» Les dissolutions contenaient pour 1000^{cc} d'eau, celle d'acide sulfurique 500^{cc} acide à 66°, celle de soude 500^{gr} hydrate fondu, celle de carbonate de soude 500^{gr} sel cristallisé, enfin celle de sulfate ferrique marquait 25°.

» Les dissolutions étaient mises dans des récipients recouverts d'un entonnoir renversé, les papiers témoins placés à l'extrémité de la partie la plus étroite.

» On a d'abord opéré à la température maintenue constante entre 65° et 70° : au bout de quelques heures, les réactifs ont tous témoigné de l'action des corps dissous. Pour le sulfocyanure, on a dû le mettre en contact avec l'eau condensée, la vapeur l'ayant une première fois ou entraîné ou détruit, mais dans les trois autres cas les réactions ont été caractéristiques sous l'action seule des vapeurs produites.

» L'expérience a été ensuite continuée en exposant le tout à la température ordinaire et renouvelant les papiers témoins : les résultats ont été les mêmes, quoique nécessairement moins rapides. A la température de 65° à 70°, il avait suffi de deux à trois heures; à la température ordinaire il a fallu plusieurs jours; la soude a donné un commencement d'action visible

au bout de deux jours, l'acide sulfurique a demandé un peu moins, le sulfate ferrique, trois jours, le carbonate de soude, cinq jours. Pour le sulfocyanure, il y a eu aussi entraînement du réactif : le papier se colore seulement dans la partie intermédiaire entre celle restée dans l'entonnoir et celle située à l'intérieur.

» Ce phénomène a été retrouvé dans des cas plus intéressants peut-être, parce qu'ils sortent du laboratoire pour se rapprocher des phénomènes naturels.

» Les observations ont été faites dans des bâtiments renfermant des sels acides : l'un d'eux contenait du sulfate de fer imprégné d'une solution saturée et acidifiée par les petites quantités d'acide sulfurique, l'autre de l'alun également mouillé par une petite quantité de liquide saturé et acide. Au-dessus de ces tas de sels, à différentes places dans les bâtiments et même à des distances notables de ceux-ci, on a placé des papiers imprégnés de dissolution d'hélianthine ou de tournesol, afin de constater si l'entraînement de l'acide dans l'air se faisait également dans ce cas, c'est-à-dire à l'ombre et à des températures ne dépassant pas la température minima du jour.

» On a reconnu rapidement aux magasins de sulfate de fer la présence de l'acide dans l'air : au bout de deux ou trois jours, les papiers avaient entièrement viré au rouge. Dans les magasins d'alun la réaction a été moins rapide, mais tout aussi nette ; pour ceux-ci, d'ailleurs, les sels étaient en cristaux moins fins et plus secs, d'où une évaporation moins grande.

» Des papiers au prussiate de potasse placés dans les mêmes conditions ont été colorés en bleu par la réaction combinée de l'acide et du sulfate de fer. Bien entendu, d'autres papiers placés dans la campagne n'ont donné lieu à aucun changement analogue.

» Il ne peut être question, dans ces résultats, d'entraînement de poussières de sel : ceux-ci étant toujours humides d'ailleurs, les poussières eussent formé des taches sur les papiers; ils étaient au contraire uniformément colorés. »

CHIMIE. — *Recherches sur les phosphates bimétalliques et sels congénères, et sur leurs transformations*. Note de M. **A. Joly**, présentée par M. Berthelot.

« Un grand nombre de phosphates insolubles ou peu solubles dans l'eau peuvent être obtenus par double décomposition entre une dissolution de phosphate bisodique et une dissolution métallique; mais, suivant la na-

ture du métal, le produit final de la réaction est un phosphate trimétallique ou un phosphate bimétallique.

» Ainsi, dans le cas où la dissolution métallique est l'azotate d'argent, on obtient *immédiatement* un précipité jaune, *amorphe*, de phosphate triargentique, et la liqueur contient un acide libre.

» Dans d'autres cas, au contraire (sels de calcium, de strontium, de baryum, de manganèse), le produit *final* de la réaction est un phosphate bimétallique *cristallisé*. Au moment où l'on mélange les deux liqueurs, on observe la formation d'un précipité gélatineux dont la composition, si les liqueurs sont suffisamment étendues, diffère peu de celle d'un phosphate *trimétallique*. La liqueur est alors *acide* au tournesol, *neutre* au méthylorange et renferme, par conséquent, un phosphate monométallique. Cette réaction première correspond à un état d'équilibre instable, corrélatif de celui qui existait précédemment dans la dissolution prétendue du phosphate bisodique. Je me propose d'établir, dans cette Note, que la transformation du précipité gélatineux initial en un produit cristallisé résulte surtout d'une réaction chimique ultérieure entre le précipité et le liquide au sein duquel il a pris naissance.

» Lorsque le phosphate précipité est un phosphate alcalino-terreux ou un phosphate manganeux, et lorsque les liqueurs sont étendues ($1^{\text{éq}}$ de phosphate dissous dans 6^{lit} d'eau, ou mieux 10^{lit}), la première réaction peut être formulée, en grande partie du moins,

$$PO^8Na^2H + 2MA = \tfrac{1}{2}(PO^8M^3) + \tfrac{1}{2}(PO^8MH^2) + 2NaCl.$$

» Puis une seconde réaction se produit, dont la rapidité ou même la possibilité dépend des conditions de stabilité, variables avec la température et la dilution, du phosphate monométallique en présence de l'eau. Les phosphates monocalcique, monostrontianique, monobarytique et le phosphate monomanganeux sont, en effet, décomposables par l'eau; j'ai étudié ce phénomène en détail dans le cas des sels alcalino-terreux (*Comptes rendus*, t. XCVIII, p. 1274). J'ai constaté depuis que le phosphate monomanganeux $PO^8MnH^2 + H^2O^2$ se décomposait suivant une loi analogue, en un précipité cristallisé de phosphate bimétallique $PO^8Mn^2H + 3H^2O^2$ et acide libre qui limite le phénomène. Si la dissolution est étendue ($1^{\text{éq}} = 10^{\text{lit}}$), la décomposition est peu sensible; elle devient d'autant plus avancée que le poids de la matière dissoute dans un même poids d'eau est plus considérable.

» Lorsque la décomposition du sel monométallique est commencée, elle donne lieu à un dépôt cristallin de phosphate bimétallique et à de

l'acide libre qui réagit peu à peu sur le sel trimétallique précipité, pour le transformer en sel bimétallique cristallisé. Ces réactions simultanées se poursuivent plus ou moins rapidement, suivant les conditions de l'expérience, et la transformation peut demeurer incomplète dans les dissolutions étendues. Lorsque la stabilité du sel monométallique en présence de l'eau est relativement grande, la réaction ne s'effectue qu'avec une extrême lenteur ; il peut arriver même que le sel gélatineux ou amorphe reste mélangé, au bout de plusieurs jours, de quelques cristaux seulement du phosphate bimétallique : c'est le cas du manganèse. La transformation ne deviendrait complète, à la température ordinaire, que si l'on rendait la liqueur acide par l'addition de quelques gouttes d'une dissolution concentrée d'acide phosphorique.

» La transformation du précipité gélatineux en un précipité cristallisé de composition différente est plus facile à réaliser et plus complète avec les bases alcalino-terreuses ; la stabilité des phosphates monométalliques en présence de l'eau est moindre, en effet, que pour le sel manganeux. La réaction secondaire produit un phosphate bicalcique cristallisé $PO^8Ca^2H + 2H^2O^2$, ou un phosphate bistrontianique $PO^8Sr^2H + 2H^2O^2$, ou un phosphate bibarytique anhydre PO^8Ba^2H ; mais la réaction ne devient complète qu'en liqueur acide.

» Entre la première et la seconde phase de la réaction, on observe souvent une transformation du précipité bien distincte de la précédente : le précipité gélatineux ou colloïdal subit cette transformation si nettement mise en évidence par M. Berthelot (*Comptes rendus*, t. CIII, p. 911), il devient cristallin ; et c'est même à cette réaction seule que se borne le phénomène lorsqu'on se place dans des conditions telles que le sel bimétallique ne puisse se former. Ainsi la plupart des phosphates bimétalliques sont décomposables par l'eau à 100° ; M. Debray en a donné de nombreux exemples (*Annales de Chimie et de Physique*, 3ᵉ série, t. LXI, p. 419). La précipitation effectuée à 100° donne immédiatement un précipité gélatineux, qui devient cristallin, tout en restant trimétallique. J'ai observé même que le phosphate bimanganeux cristallisé se transforme lentement à froid en un précipité amorphe trimanganeux et sel monomanganeux dissous ; et c'est pour cette cause que, dans les dissolutions étendues, la transformation du précipité initial en sel bimanganeux cristallisé demeure incomplète.

» Les phosphates bimétalliques alcalino-terreux sont également décomposables par l'eau bouillante, quoique plus difficilement que les phosphates métalliques. La précipitation effectuée à 100° entre le phosphate bisodique

et le sel alcalino-terreux donne un précipité tribasique qui change d'état sans changer de composition; le liquide reste fortement acide, et l'on ne recueille que du phosphate trimétallique si l'on filtre immédiatement. Mais, si l'on maintient à froid le précipité en présence du liquide, au bout d'un temps plus ou moins long, mais qui paraît d'autant plus long que la transformation antérieure du précipité colloïdal a été plus complète, il réagit sur le liquide acide et se change partiellement en un sel bimétallique. C'est à ces causes diverses que l'on doit attribuer les différences de composition que présentent les phosphates précipités, et de nombreux produits décrits par divers auteurs, et qui présentent des compositions intermédiaires entre les phosphates bi et trimétalliques, ne sont évidemment que des mélanges.

» J'ajouterai que la précipitation du phosphate d'argent, au moyen du phosphate bisodique, peut être envisagée comme se passant en deux phases : dans la première, formation de sel trimétallique et de sel monométallique; dans la seconde, ce dernier se dédouble en phosphate trimétallique et acide libre qui limite le phénomène. La formation d'un phosphate bimétallique est impossible ici; car ce sel, préparé spécialement, se décompose immédiatement en présence de l'eau, ainsi que le fait est établi. J'ai observé que les réactions ci-dessus sont applicables aux arséniates.

» Si la double décomposition est effectuée entre un sel alcalin monométallique d'un acide bibasique, tel que l'acide hypophosphorique ou l'acide pyrophosphorique et une dissolution métallique, on observe très nettement la précipitation immédiate d'un sel *bimétallique*, qui tantôt se transforme, sans changement de composition, en un précipité grenu, tantôt cristallise en se transformant en sel monométallique, suivant la nature du métal réagissant. Je citerai, par exemple, la transformation du précipité gélatineux d'hypophosphate bibarytique en une belle cristallisation d'hypophosphate monobarytique (*Comptes rendus*, t. CI, p. 1148).

» Lorsqu'on effectue les précipitations au sein du calorimètre, on peut suivre très nettement les diverses phases des réactions; la succession des phénomènes thermiques observés peut être facilement interprétée lorsque tous les facteurs de la réaction sont connus. C'est ce que je me propose de montrer dans une prochaine Communication. »

CHIMIE. — *Saturation de l'acide arsénique normal par la magnésie, et formation de l'arséniate ammoniaco-magnésien.* Note de M. Ch. **Blarez**, présentée par M. Berthelot.

« 1. Nous avons communiqué, il y a peu de temps (*Comptes rendus*, t. CIII, p. 639 et 746), nos recherches sur les phénomènes thermiques que l'on observe quand on neutralise plus ou moins exactement l'acide arsénique normal par les solutions aqueuses de chaux, de strontiane et de baryte, en même temps que les effets de virage produits sur les principaux réactifs alcalimétriques. Nous avons fait ressortir, à propos de la saturation par la baryte, la quantité de chaleur, relativement énorme, dégagée par l'addition d'un troisième équivalent à un arséniate bibarytique. Depuis nos Communications, M. Berthelot a publié sur les phosphates une série de faits nouveaux des plus intéressants. M. Berthelot a montré, entre autres choses, que, suivant l'état colloïdal ou cristallisé du phosphate engendré, la chaleur de formation est souvent fort différente et toujours plus grande dans le second cas que dans le premier. Nous avions aussi attribué à un phénomène de cristallisation le dégagement de chaleur, *a priori* si anormal, lors de la formation de l'arséniate tribarytique; mais nous n'avions pu saisir de différence entre plusieurs états de ce sel. Quoi qu'il en soit, nous n'avons pas perdu de vue les arséniates alcalino-terreux, et, en mettant à profit les belles expériences de M. Berthelot sur les phosphates, nous donnerons bientôt les résultats de nos nombreuses expériences sur les arséniates, lorsque nous les aurons minutieusement contrôlés.

» 2. Pour compléter l'étude de la saturation de l'acide arsénique normal, nous avons étudié la formation des *arséniates de magnésie* et celle de l'*arséniate ammoniaco-magnésien*. Disons tout d'abord que nous avons fait nos déterminations à une température voisine de 12°-13°, et de façon que $1^{\text{éq}}$ de sel formé se trouve dans 50^{lit} d'eau environ : cela, pour nous mettre dans les mêmes conditions que celles dans lesquelles nous avons opéré pour les arséniates de chaux, de strontiane et de baryte.

» 3. *Arséniate monomagnésien* AsO^8MgH^2. — Nous avons préparé de la magnésie calcinée pure. Nous l'avons titrée après sa préparation et nous en avons mis dans le calorimètre un poids égal à $\frac{1}{100}$ d'équivalent avec 500^{cc} d'eau distillée. Nous avons laissé en contact, pendant deux heures,

dans le calorimètre fermé. Nous avons, au bout de ce temps, ajouté l'acide arsénique (10^{cc} d'acide normal).

	Chaleur dégagée.
	Cal
Première opération. — La dissolution a duré 18^m; la chaleur dégagée, calculs et corrections effectués, pour $1^{éq}$ de sel formé en état de dissolution, a été de..................	14,943
Seconde opération. — La dissolution a duré 12^m..................................	14,790
Moyenne..........	14,866

» 4. *Arséniate bimagnésien* AsO^8Mg^2H. — Nous avons opéré comme dans le cas précédent, avec cette différence que nous avons mis dans le calorimètre $\frac{2}{100}$ d'équivalent de magnésie :

	Chaleur dégagée.
	Cal
Première opération (durée 28^m). — Le sel formé reste en dissolution.......	26,50
Seconde opération (durée 32^m). — » »	26,16
Moyenne..........	26,33

» 5. *Arséniate trimagnésien* AsO^8Mg^3. — Même mode opératoire, avec $\frac{3}{100}$ d'équivalent de magnésie :

	Chaleur dégagée.
	Cal
Première opération (durée 25^m). — Sel formé nettement cristallisé........	28,86
Seconde opération (durée 40^m). — » »	27,82
Moyenne..........	28,36

» 6. En résumé, les chaleurs de neutralisation directe d'une molécule d'acide arsénique par la magnésie sont les suivantes :

	Cal
Premier équivalent....................	14,866
Deuxième équivalent.................	11,464
Troisième équivalent................	2,03

» Ces déterminations peuvent être faites par double décomposition; nous en parlerons plus tard, en revenant sur les autres arséniates.

» 7. *Arséniate ammoniaco-magnésien* $AsO^8Mg^2AzH^4$. — Nous avons déterminé la chaleur de formation de ce sel par un grand nombre de procédés. Nous l'avons aussi déterminée directement en partant du phosphate bimagnésien préparé lui-même dans le calorimètre, et comme complément de nos expériences sur la formation des arséniates bimagné-

siens citées ci-dessus. Nous n'avons eu qu'à ajouter $\frac{1}{100}$ d'équivalent d'ammoniaque dans notre calorimètre :

Première opération. — $AsO^8Mg^2H + AzH^3 = AsO^8Mg^2AzH^4$, avec........ $\overset{Cal}{11,44}$
Seconde opération. — $AsO^8Mg^2H + AzH^3 = AsO^8Mg^2AzH^4$, avec........ 11,19

» Le sel formé est nettement cristallisé et l'opération est terminée en six minutes.

» Si l'on calcule les chaleurs de formation totale, on a :

Première opération. — $\overset{Cal}{26,50} + \overset{Cal}{11,44} = \overset{Cal}{37,94}$
Seconde opération. — $26,16 + 11,19 = 37,35$

Moyenne.......... 37,645

» C'est à peu près le nombre que nous avons obtenu par double décomposition. Nous parlerons de ces autres déterminations dans un prochain travail. »

CHIMIE. — *Sur les phénomènes qui se produisent pendant le chauffage et le refroidissement de l'acier fondu.* Note de M. **Osmond**, présentée par M. Troost.

« Dans une précédente Communication (séance du 26 octobre 1886), j'ai eu l'honneur d'entretenir l'Académie des phénomènes qui se produisent pendant le chauffage et le refroidissement de l'acier fondu, entre la température ordinaire et 800°. J'ai poussé cette étude jusqu'à 1200° sur les mêmes échantillons et obtenu quelques résultats qui complètent les premiers.

» *Fer fondu contenant* 0,16 *pour* 100 *de carbone.* — Au-dessous de 800°, je n'avais rencontré, pendant le refroidissement de ce métal, qu'une faible perturbation vers 749°. Dans les conditions de mes expériences, la modification moléculaire du fer se produit, pour la plus grande part, à une température plus élevée.

» Le refroidissement du fer fondu présente au total trois ralentissements :

» 1° Entre 863° et 820°, maximum entre 845° et 839°, la vitesse du refroidissement variant, suivant les essais, de $0^s,5$ à 1^s pour un abaissement de 1°;

» 2° Entre 775° et 736°, maximum entre 763° et 749°, la vitesse du refroidissement variant de $0^s,7$ à $1^s,5$ pour un abaissement de 1°;

» 3° Entre 693° et 669°.

» Ce dernier, qui était douteux dans mes précédents essais, a pu être mis en évidence par l'emploi d'un chronographe enregistreur pour noter les temps; il correspond, par sa position, à la récalescence des aciers durs, c'est-à-dire au passage du carbone de l'état de dissolution à l'état de combinaison.

» Les deux premiers ralentissements représentent le retour du fer de la forme β, stable aux températures élevées, à la forme usuelle α; on voit que ce retour est en partie retardé par la présence d'une quantité même très minime de carbone.

» On peut calculer approximativement la quantité de chaleur dégagée par la modification allotropique du fer, en admettant que la perte de chaleur soit proportionnelle au temps pour une durée peu étendue. On trouve, en prenant 0,22 pour la chaleur spécifique du fer dans cette région, que le premier ralentissement correspond à un dégagement de $3^{cal},8$ et le second à un dégagement de $1^{cal},3$, en tout $5^{cal},1$ par gramme de fer, chiffre voisin de celui qui a été antérieurement donné par M. Pionchon ($5^{cal},3$).

» Au réchauffage, le thermomètre montant de 1° par $0^{s},7$, les perturbations 2 et 3 se réunissent en une seule.

» *Aciers contenant* 0,57 *et* 1,25 *pour* 100 *de carbone.* — Le refroidissement à partir de 1100° ou 1200° n'a présenté aucun accident *nouveau* qui puisse se distinguer sûrement des erreurs d'expérience; mais les résultats relatifs au fer fondu montrent mieux comment les phénomènes se modifient quand la teneur en carbone augmente.

Dans l'acier contenant 0,57 pour 100 de carbone, les perturbations (863°-820°) et (775°-736) du fer fondu se sont confondues et abaissées à 736°-690°, tout en restant distinctes de la récalescence.

» Dans l'acier contenant 1,25 pour 100 de carbone, la température de modification du fer est encore abaissée et se confond avec la récalescence à 704°.

» Ainsi, pendant le refroidissement, le carbone *dissous* retarde d'autant plus et d'autant plus complètement la modification du fer qu'il est présent en plus forte proportion [1].

» *Influence du milieu gazeux.* — J'ai recherché quelle influence pourrait

---

[1] Les températures en degrés centigrades, qui ont été données dans cette Note et dans celle du 26 octobre 1886, ont été calculées par la formule de Tait

$$E = A(T_1 - T_0) + B(T_1^2 - T_0^2),$$

avoir l'hydrogène dont l'occlusion à froid communique au fer pur, comme l'a prouvé M. Cailletet, la force coercitive.

» Pour l'acier à 0,16 pour 100 de carbone, on obtient dans l'hydrogène les mêmes perturbations que dans l'azote et leur importance relative est la même. Le premier ralentissement s'est produit à une température un peu plus élevée, mais l'écart est de l'ordre de ceux qui sont attribuables à la vitesse du refroidissement.

» Pour l'acier à 1,25 pour 100 de carbone, l'hydrogène, dans un refroidissement à partir de 800°, a atténué assez fortement la récalescence; il est vraisemblable que ce gaz, dont M. Forquignon a démontré l'affinité pour le carbone des aciers, diminue la proportion du carbone qui reste libre de se combiner au fer. Cependant un autre refroidissement à partir de 1100° n'a donné aucune anomalie.

» Le refroidissement du fer fondu dans les gaz de combustion n'a pas présenté non plus de particularités notables. »

CHIMIE. — *De l'influence du silicium sur l'état du carbone dans les fontes.* Note de M. **Ferdinand Gautier**, présentée par M. Troost.

« La *fonte,* par sa grande fusibilité, son aptitude à prendre les empreintes avec tous les détails des moules, sa grande résistance à l'écrasement, etc., est une matière précieuse pour la *fonderie.* Mais cette industrie n'utilise guère que la *fonte grise,* c'est-à-dire celle où une partie seulement du carbone est combinée ou dissoute, l'autre étant à l'état de graphite.

» On savait bien transformer, plus ou moins complètement, la fonte grise en fonte blanche par la *trempe* ou coulée dans un moule métallique qui refroidit rapidement le métal et fait passer le graphite à l'état de carbone dissous ou combiné; mais le problème inverse, c'est-à-dire la transformation industrielle de la fonte blanche en fonte grise par un traitement spécial, une fusion au cubilot, par exemple, n'était pas une opération courante de la fonderie. Cependant cette transformation était d'une haute im-

---

qui donne la force électromotrice E d'un couple thermo-électrique en fonction des températures absolues T_0 et T_1 des soudures.

Les points fixes choisis ont été

La volatilisation du chlorhydrate d'ammoniaque.	340°
La solidification du sulfate de potasse.........	1015°

portance, attendu que, par les refontes successives, le chauffage ou l'oxydation prolongés, les fontes grises tendent à blanchir, et l'on sait que les fontes blanches, par leur défaut de fluidité, leur dureté et leur fragilité, sont impropres au moulage.

» MM. Stead et Ch. Wood, de Middlesbrough (Angleterre), essayèrent au cubilot de fondre de la fonte blanche du Cleveland A avec des proportions croissantes de fonte très siliceuse B. En employant moitié fonte blanche et moitié fonte très siliceuse, ils obtinrent de la *fonte grise* C, à grain très serré, très fluide et très résistante.

	A. Fonte blanche.	B. Fonte siliceuse.	C. Fonte grise.
Carbone combiné	3,65	0,10	0,14
Graphite	0,00	3,15	3,64
Silicium	0,70	4,48	2,71
Manganèse	0,30	0,72	0,35
Phosphore	1,35	1,97	1,53
Soufre	0,09	0,01	0,08

» Frappé de l'importance de ces résultats, qui n'avaient été accueillis qu'avec beaucoup d'incrédulité par les métallurgistes anglais, je fis renouveler ces expériences en France.

» Je fis ajouter à des mélanges de fontes qui, coulés en sable, donnaient des moulages blancs ou teintés, du *ferrosilicium* ou fonte extra-siliceuse ayant la composition suivante :

Carbone combiné	0,59
Graphite	1,12
Silicium	9,80
Manganèse	1,95
Phosphore	0,21
Soufre	0,04

» La proportion de cet alliage a varié, suivant la nature des fontes employées, de manière que le mélange renfermât au moins 2 *pour* 100 *de silicium*.

» Les résultats obtenus au cubilot furent absolument concluants : la fonte était devenue complètement grise, à grain serré, douce à l'outil, très fluide et tout à fait propre au moulage ; on pouvait donc considérer comme pratiquement réussie la transformation au cubilot de la fonte blanche en fonte grise. Actuellement, sur les indications que je leur ai fournies, plus ou moins directement, la plupart des fondeurs français emploient avec avantage le *ferrosilicium* pour passer dans leurs mélanges des débris de

fontes blanches, et la consommation des fontes d'Écosse, qui répondaient imparfaitement à ce programme, tend à disparaître, pour faire place aux fontes nationales additionnées du nouvel alliage.

» Cette transformation en graphite du carbone dissous ou combiné peut s'expliquer de la manière suivante : on sait que, dans les fontes blanches où le manganèse et le chrome ne sont pas en quantité importante, le maximum de carbone ne dépasse pas 4 pour 100, ce qui correspond au carbure Fe^5C. C'est donc la limite de solubilité du carbone dans le fer. Si nous considérons, au contraire, les alliages de fer et de silicium, nous voyons que l'on a pu réaliser une teneur en silicium dépassant 30 pour 100. Il en résulte que, si à de la fonte blanche nous ajoutons du silicium, celui-ci, comme on le sait, va se combiner au fer avec production de chaleur et diminuer la solubilité du carbone. L'excès de carbone va rester libre et se précipiter à l'état de graphite. La fonte, de blanche qu'elle était, va devenir grise.

» Pour que cette explication soit valable, il faut démontrer qu'inversement, si à de la fonte grise on soustrait du silicium, celle-ci sera blanche, car le carbone restera dissous dans le fer.

» Dans une opération Bessemer, où l'on traite de la fonte grise siliceuse, si l'on arrête le vent quand la moitié du silicium a été éliminée, ce qui s'obtient, comme on sait, sans que la teneur en carbone ait sensiblement diminué, la fonte est complètement blanche.

» Dans le mazéage, qui avait pour résultat d'éliminer la majeure partie du silicium en conservant les $\frac{9}{10}$ du carbone, on obtenait de la fonte blanche.

» *Influence du manganèse.* — Lorsqu'il y a du manganèse en présence, en quantité notable, cette précipitation du carbone à l'état de graphite, par l'addition du silicium, ne réussit plus avec la même netteté. Le manganèse, ayant de la tendance à former avec le carbone un composé de la forme Mn^3C, maintient, malgré l'action du silicium, une partie du carbone à l'état de dissolution dans la fonte. Les fontes d'Écosse, des premières marques, renferment *près de deux pour cent de manganèse pour deux et demi de silicium*, ce qui est suffisant pour masquer l'influence isolante du silicium.

» On en conclut que le *ferrosilicium* le plus convenable pour la fonderie est celui qui renferme le moins de manganèse, et que les fontes d'Écosse, tant qu'elles conserveront leur teneur en manganèse, seront avantageuse-

ment remplacées, pour les fondeurs, par le quart de leur poids de *ferro-silicium* à dix pour cent.

» De plus, comme le montrent des expériences nombreuses, la *fonte grise artificielle*, obtenue par précipitation du carbone dissous des fontes blanches, présente, à cause de sa plus grande homogénéité, une résistance au choc et à la flexion supérieure à ce que donne la *fonte grise naturelle*, où le graphite est plus ou moins irrégulièrement réparti. »

CHIMIE. — *Sur l'eau de combinaison des aluns*. Note de M. E.-J. MAUMENÉ. (Extrait.)

« Lorsque j'ai fait connaître la véritable composition de l'alun alumino-potassique (composition conforme à l'indication de ma Théorie générale, dont j'ai donné d'autres preuves importantes), présentant $28^{éq},73$ d'eau, et non 24, comme on l'affirmait partout, il m'a paru nécessaire de chercher si le mode de dessiccation ordinaire, abandon du sel sous une cloche à côté d'une masse un peu grande d'acide sulfurique concentré, vers $+15°$, conduisait à l'hydrate de la formule reçue, $24HO$.

» Une expérience, poursuivie depuis le 6 juin jusqu'au 21 novembre dernier, c'est-à-dire pendant cent soixante-sept jours, montre que la perte d'eau, dans une atmosphère séchée par un acide sulfurique de composition *peu éloignée* de la formule SO^3,HO, ne correspond, par des états tant soit peu stationnaires, à aucune formule précise pour l'hydrate $24HO$ ou même des hydrates voisins.

» La déshydratation, devenue d'une extrême lenteur depuis la fin de septembre, a réduit l'alun presque à $3,5HO$ sur $28,73$ qu'il contenait d'abord. Il n'y a donc aucune apparence d'un état fixe, dans des limites très étendues.

» Ma Théorie générale conduit, pour les aluns les mieux connus, aux formules

Alun d'alumine et potasse	28,73 HO
» » et ammoniaque	26,39 »
» de fer et potasse	31,89 »
» » et ammoniaque	29,61 »
» de chrome et potasse	31,49 »
» » et ammoniaque	29,15 »

» Il semble que des différences aussi grandes, avec $24HO$, soient des

preuves de l'inexactitude des calculs basés sur ma Théorie : je compte montrer, par des expériences précises, qu'il n'en est rien. En tout cas, l'alun de potasse, le type des aluns, ne contient pas 24 HO : c'est ce que je viens de montrer; il en est de même pour les autres. »

THERMOCHIMIE. — *Chaleur de neutralisation des acides méconique et mellique*. Note de MM. **H. Gal** et **E. Werner**, présentée par M. Cahours.

« Les acides polybasiques, que nous avons eu l'occasion d'examiner dans nos précédentes recherches, nous ont donné, pour la chaleur de neutralisation de chacune de leur basicité, un nombre se rapprochant de 13,5 ou de 12,5, suivant qu'ils étaient ou n'étaient pas hydroxylés. Dans ces corps les groupements acides se trouvaient fixés sur des carbones différents; nous avons voulu rechercher les résultats que nous fourniraient des acides polybasiques dans lesquels les groupes CO^2H sont attachés au même atome de carbone, d'après les théories admises.

» Voici les résultats fournis par l'acide méconique et par l'acide mellique :

» *Acide méconique :* $C^7H^4O^7$ (200^{gr}).

```
     CO²H
    /
  C—CO²H
  | \
  |  CO²H
=C
  |
=C
  |
=C(OH)
```

Chaleur de neutralisation :

$$
\begin{array}{llr}
C^7H^4O^7, 3H^2O(32^{lit}) + 1^{er}\,\dfrac{Na^2O}{2}\,(4^{lit}) & \ldots\ldots & \overset{Cal}{+14{,}074} \\
\quad + 2^e\,\dfrac{Na^2O}{2} & \ldots\ldots\ldots\ldots & +13{,}611 \\
\quad + 3^e\,\dfrac{Na^2O}{2} & \ldots\ldots\ldots\ldots & +\ \ 8{,}369 \\
\quad + 4^e\,\dfrac{Na^2O}{2} & \ldots\ldots\ldots\ldots & +\ \ 1{,}328 \\
\hline
 & & S + 37{,}382
\end{array}
\left.\right\}\ \text{vers } 22^\circ\ \ 36{,}054
$$

» *Acide mellique :* $C^6(CO^2H)^6 = 342^{gr}$.

Chaleur de neutralisation :

$C^6(CO^2H)^6(16^{lit}) + 1^{er}\ \frac{Na^2O}{2}$	$+15^{Cal},040$		
$+ 2^e\ \frac{Na^2O}{2}$	$+15,516$	vers 20° 45,850	
$+ 3^e\ \frac{Na^2O}{2}$	$+15,294$		
$+ 4^e\ \frac{Na^2O}{2}$	$+13,713$		
$+ 5^e\ \frac{Na^2O}{2}$	$+12,793$	38,384	
$+ 6^e\ \frac{Na^2O}{2}$	$+11,678$		
	S $+84,034$		

» Ces nombres donnent lieu à des remarques importantes :

» 1° Les nombres fournis par l'acide méconique sont plus faibles que les correspondants de l'acide mellique. On pouvait prévoir ce résultat, le premier de ces corps étant un acide-alcool.

» 2° La chaleur dégagée dans la neutralisation diminue à mesure que celle-ci s'avance. En premier lieu, on observe des nombres correspondant aux acides les plus énergiques, puis aux acides-alcools et enfin aux acides faibles.

» 3° Les chiffres obtenus pour l'acide mellique permettent de prévoir ces faits bien connus :

» *a.* Le mellate neutre de soude étant évaporé avec un excès d'acide chlorhydrique perd une partie de base et donne un sel acide.

» *b.* Ce même sel se produit lorsque l'on chauffe un chlorure alcalin avec l'acide mellique.

» 4° Ces nombres portent naturellement la pensée sur les acides minéraux polybasiques dans lesquels les différents hydroxyles sont fixés sur le même radical et qui donnent des résultats thermiques semblables : tels sont les acides sulfurique, chromique, phosphorique, etc.

» 5° Les nombres obtenus avec l'acide mellique donnent à réfléchir : on aurait pu croire, en effet, à cause de la symétrie admise pour la position des six groupes CO^2H dans l'acide mellique, que le remplacement de chaque atome d'hydrogène devait donner le même dégagement de chaleur. »

BOTANIQUE FOSSILE. — *Contribution à l'étude des fruits fossiles de la flore éocène de la France occidentale.* Note de M. **Louis Crié**, présentée par M. Chatin.

« De récentes recherches ont mis entre nos mains une remarquable série de fruits et de graines qui accroissent le nombre des espèces de la flore éocène de la France occidentale. Les localités de Saint-Aubin, de Saint-Pavace et de Fyé (Sarthe) méritent surtout d'être citées pour la variété des fruits qu'elles renferment. Ces organes, enfouis au fond du lac tertiaire cénomanien, après avoir flotté, sont parfois d'une admirable conservation; des infiltrations siliceuses ou ferrugineuses les ont pénétrés en consolidant les détails de leur structure. J'ai déjà signalé dans les grès de la Sarthe et de Maine-et-Loire l'existence des *Morinda Brongniarti* Crié (*Steinhauera subglobosa*), *Apeibopsis Decaisneana* Crié, *Carpolithes Duchartrei, Saportana* et de plusieurs autres types qui ont été décrits et figurés dans mon Mémoire sur la végétation éocène de l'ouest de la France ([1]). La présence fréquemment répétée du *Morinda Brongniarti* et du *Carpolithes Saportana* fait voir, en ces plantes, deux des formes les plus caractéristiques de notre flore tertiaire. Les tentatives de Unger et celles, plus récentes, de Gardner ([2]) pour rattacher le *Morinda Brongniarti* (*Steinhauera subglobosa*) à l'*Araucarites Sternbergi* Goepp., sont dénuées de tout fondement. Avant nous, M. Brongniart ([3]) et M. le marquis de Saporta ont insisté avec beaucoup de justesse sur ce point, savoir : que le *Steinhauera* représente certainement un syncarpe de Dicotylédones angiospermes dont l'organisation paraît très voisine de celle des *Morinda* de la famille des Rubiacées.

» Le *Carpolithes celastroïdes* est un nouveau fruit, formé de cinq feuilles carpellaires et à déhiscence loculicide, qui dénote l'existence, dans nos grès, de végétaux analogues aux *Celastrus*, bien qu'il soit difficile de déterminer la véritable place de ces organes, qui ressemblent aux fruits de plusieurs plantes appartenant à des familles très diverses.

» Le *Carpolithes cupanoïdes* est basé sur une assez nombreuse réunion

---

([1]) Louis Crié, *L'ouest de la France à l'époque tertiaire;* Paris, 1878.

([2]) John Starkie Gardner, *A monograph of the british eocene flora Gymnospermæ;* London, 1883.

([3]) Ad. Brongniart, *Tableau des genres des végétaux fossiles;* Paris, 1849.

d'empreintes de grès de Fyé que nous rapportons toutes au même type spécifique. Ce qui ajoute à l'intérêt de ces fossiles, c'est la présence fréquemment répétée de leurs valves et de leurs graines qu'on trouve assez souvent comprises, avec des capsules tout à fait entières, dans des fragments de grès de 3^{dmq} ou 4^{dmq}.

» Le *Carpolithes cupanoïdes* dénote une capsule formée de trois feuilles carpellaires et à déhiscence loculicide. Par la forme et la disposition des valves, ces fruits concordent assez bien avec ceux des *Cupanoïdes* Bowerb. ou *Amomocarpum* Brgn, qui ont été observés dans les couches du London-Clay ([1]). Il est naturel de rapporter certains fruits des grès de Maine-et-Loire aux Légumineuses; mais il est bien moins aisé de les attribuer à l'un des genres de cette nombreuse famille. Cependant l'incurvation, le mode d'échancrure et la nervation de ces gousses offrent des caractères analogues à ceux que nous retrouvons chez les *Hippocrepis*. J'ai désigné ce nouveau fossile sous le nom de *Leguminosites andegavensis*. L'abondance de ces fruits, dont les empreintes, de formes variées, dénotent plusieurs types de physionomie tropicale, est un des traits les plus saillants de la végétation éocène de la France occidentale. Mais j'ai dû en négliger un assez grand nombre, qui ne présentent avec les fruits de la flore actuelle que des analogies très faibles et difficilement perceptibles. »

NOSOLOGIE VÉGÉTALE. — *Les maladies de l'Olivier, et la tuberculose en particulier.* Note de M. L. Savastano, présentée par M. Duchartre.

« Sous le nom de *maladie de la Loupe* (*Rogna* des Italiens), on confond différentes affections qui peuvent, ce me semble, être distinguées en deux catégories. L'une est déterminée par une bactérie particulière, l'autre résulte d'hyperplasies simples ou complexes et de tumeurs spéciales. Je me bornerai ici à la première catégorie.

» Les tubercules qui caractérisent la maladie se forment habituellement dans les rameaux de la tige, âgés de un à près de quinze ans, si l'écorce est encore lisse et non fendillée. Ils sont ordinairement isolés ; mais quelquefois aussi ils prennent la forme miliaire. Ils sont plus rares dans les racines et encore plus dans les feuilles et dans les fruits (sarcocarpe et endocarpe).

([1]) Bowerbank, *A history of the fossil fruits of the London-Clay;* London, 1840.

Jusqu'à présent, je n'en ai pas trouvé sur les fleurs, mais je crois qu'ils peuvent y exister.

» La formation d'un tubercule a lieu de la manière suivante. Ordinairement, tout près de la zone cambiale, et plus fréquemment dans la partie libérienne du faisceau, il commence à se former un foyer de bactéries. A l'œil nu, on voit là comme une très petite tache transparente; sous un grossissement de 1000 diamètres, on découvre la colonie déjà formée. En même temps se prononce autour de cette colonie une hyperplasie des éléments plus ou moins profondément dégénérés. La colonie s'accroît, et alors la tache prend une couleur foncée. L'hyperplasie augmente, le tubercule grossit et il arrive un moment où il crève sa partie corticale et se fendille. Une fois formé, un tubercule ne s'arrête pas : il s'accroît plus ou moins chaque année et il atteint quelquefois $0^m,01$ à $0^m,02$ de diamètre. Le tubercule prend naissance au printemps; pendant le fort de l'été, la formation hyperplasique s'arrête, mais la colonie de bactéries gagne notablement. Puis, pendant la reprise automnale de la végétation, l'hyperplasie reprend. Dans les fruits, il n'y a pas une vraie formation hyperplasique.

» J'ai fait des expériences à propos des faits traumatiques, tels que blessures, décortications, taille forte, etc., pendant les années 1884-1885. Je suis arrivé aux conclusions suivantes : 1° les faits traumatiques en général ne déterminent la formation des tubercules que dans les plantes prédisposées; 2° dans ces plantes, un fait traumatique ne cause pas toujours une formation de tubercules; 3° une taille trop rigoureuse détermine dans les mêmes plantes la formation de plusieurs nouveaux tubercules et l'accroissement des vieux; 4° la formation des tubercules est en raison de la vigueur de la plante.

» De nombreuses études, faites dans les différentes régions de l'Italie, m'ont prouvé que les causes de la maladie peuvent être ou *occasionnelles* ou *constitutionnelles*. Les premières ne déterminent ou n'aggravent le mal que sur des plantes prédisposées ou déjà affectées; les secondes peuvent causer directement ce mal.

» Les causes occasionnelles peuvent se diviser en trois groupes :

» I. *Causes externes.* — 1° Fertilité du sol; 2° irrigations excessives; 3° engrais abondants; 4° labours au sol. — Toutes ces causes augmentent et même exagèrent la fertilité du sol et, comme conséquence, déterminent un état pléthorique de la plante, qui aggrave le mal ou le fait se développer lorsque la plante en était à peine atteinte.

» II. *Causes météorologiques.* — 1° Grêle; 2° gelée; 3° brouillard; 4° pluie. — La grêle agit comme un fait traumatique; la gelée, parce qu'elle détruit le tissu et cause

une abondante accumulation de matériaux élaborés dans les parties blessées et, par conséquent, la formation de tubercules; le brouillard n'a pas une action bien connue; la pluie ne fait qu'avancerla destruction du tubercule.

» III. *Causes traumatiques.* — 1° Blessures; 2° coupe; 3° décortication; 4° incisions; 5° taille rigoureuse; 6° greffe; 7° cueillette. — Les quatre premières provoquent une accumulation de sève élaborée; la taille rigoureuse détruit l'équilibre physiologique et produit un afflux des principes élaborés supérieure à la consommation et, par conséquent, un état pléthorique; la greffe agit de même et quelquefois inocnle directement le mal; enfin, la cueillette, lorsqu'elle est faite avec des bâtons, produit de nombreux faits traumatiques.

» La seconde catégorie comprend les causes constitutionnelles, qui sont : 1° la *nature de la plante;* 2° l'*hérédité;* 3° l'*infection.* Pour la première, c'est une observation positive que, même dans les localités les plus atteintes, les variétés sont inégalement malades. En général, les meilleures variétés, c'est-à-dire les plus productives et les plus délicates, sont le plus attaquées : ce fait trouve sa raison en Nosologie végétale dans les rapports entre la plante et les maladies. L'hérédité contribue fortement, dans l'Olivier, à propager le mal, parce que, dans cette plante, la multiplication est presque toujours artificielle, et que, dès lors, la plante fille d'une mère malade, ou est déjà malade, ou est prédisposée à le devenir.

» L'infection est certainement la plus importante des causes du mal. Dès l'année dernière, j'ai pu constater la présence d'une bactérie particulière que j'appellerai la *Bactérie de la tuberculose de l'Olivier.* Je doute que cette bactérie soit celle de la tuberculose de la Vigne indiquée par M. Andrade Corvo. Tout récemment, M. Arcangeli a annoncé la présence de cet organisme dans cette maladie et l'a nommé *Bacterium Oleœ;* mais il doute que ce soit là la cause du mal.

» Les faits que j'ai pu constater quant à la biologie de cette bactérie sont les suivants : 1° on la trouve en colonie lorsque le tubercule n'est encore qu'une simple petite tache à peine visible; 2° les centaines de tubercules que j'ai étudiés, même à l'état initial, présentaient cet organisme; 3° lorsqu'il se produit un bourrelet de cicatrisation, si dans celui-ci se forme une colonie de bactéries, il se produit un tubercule qui suit sa formation régulière; 4° dans les localités où cette maladie est répandue (Barese et Terra d'Otranto), toutes les variétés en sont attaquées, même celles qui résistent dans des localités moins affectées; 5° le mal commence par un centre et de là s'étend ensuite, fait constaté en Toscane au siècle passé par Targioni-Tozzetti, et tout récemment dans le Perugino.

» Les expériences de culture de la bactérie m'ont donné les résultats suivants : cultivée sur la Pomme de terre, elle forme des chaînettes et chaque individu est plus gros que d'ordinaire. Dans la gélatine, elle se développe en zooglée, qui bientôt se défait; dans les cultures successives on n'a plus de zooglées. Dans l'huile d'olive elle ne se développe pas. Son

optimum de température se trouve entre 32° et 38°. Cette circonstance me semble expliquer pourquoi l'infection est plus violente dans la région méridionale; pourquoi la colonie préfère, dans la plante, la tige aux racines; et aussi pourquoi chaque colonie préfère la partie libérienne dans les faisceaux.

» Enfin j'ai entrepris, ce printemps, des expériences d'inoculation. J'ai expérimenté sur des plantes, les unes saines, les autres attaquées, et pour celles-ci sur des rameaux sains. J'ai fait deux séries d'expériences, au printemps et à l'automne. L'inoculation de la bactérie dans la plante est difficile, parce que, lorsqu'on détache l'écorce, elle se dessèche presque toujours. Les résultats du printemps ont été jusqu'à présent plus décisifs. Dans les plantes saines on a obtenu des tubercules peu apparents; on trouvait dans le bourrelet de cicatrisation des foyers de bactéries, mais autour de ceux-ci l'hyperplasie caractéristique était peu marquée. Cela tient, à mon avis, à ce que ces plantes présentent toujours des bourrelets fort minces. Sur les rameaux sains des pieds affectés, les résultats ont été plus positifs : toujours il s'est formé de gros tubercules. Mais j'ajoute que, dans les essais de comparaison, j'ai obtenu également quelquefois la production de tubercules, seulement bien plus petits. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur le rayon vert.* Extrait d'une Lettre de M. DE MAUBEUGE à M. Mascart.

« .... Permettez-moi de vous communiquer trois observations qui me semblent intéressantes pour la Science. Elles ont trait à ce phénomène particulier qu'on appelle *rayon vert*, coloration émeraude qu'on observe une seconde ou une demi-seconde de temps, au moment où le disque du Soleil disparaît derrière l'horizon et à cet instant où l'on n'aperçoit plus qu'un très petit segment de sa surface.

» Tous les touristes qui fréquentent l'Égypte et la mer Rouge ont été témoins de ce phénomène et prétendent, les uns que le phénomène est subjectif, les autres qu'il est réellement objectif.

» Sans assigner de causes à l'effet en question, j'ai l'honneur de vous faire connaître :

» 1° Que, dans la mer Rouge, plusieurs fois et notamment en octobre dernier, j'ai assisté, moi et mon second, au *lever* du Soleil à l'horizon de la mer, et que la première impression sur nos deux rétines a été d'un beau vert émeraude.

» 2° Le lendemain, assistant tous deux au lever du Soleil derrière des montagnes élevées de 1° à 2° au-dessus de l'horizon, la même impression lumineuse franchement verte a encore frappé nos yeux.

» Ces deux observations tendent à prouver que le rayon vert est bien un phénomène objectif.

» 3° Je ne puis citer le nombre de fois que j'ai observé et fait observer ce même phénomène au *coucher* du Soleil et encore derrière des montagnes.

» Dans ces trois cas, il n'y avait pas le moindre nuage entre l'astre et nous; l'air était pur, mais humide.

» Je n'ai jamais observé de rayon vert ni à la Lune, ni à Vénus, ni à aucune étoile, quoique j'aie souvent, sous les tropiques, vu ces astres émerger de l'horizon... »

GÉOGRAPHIE. — *Le canal indo-européen et la navigation de l'Euphrate et du Tigre*. Note de M. **Émile Eude**, présentée par M. Janssen.

« On l'a dit, le canal de Suez est une œuvre si puissante que les éloges qu'on en fait ou qu'on en fera resteront toujours en dessous de la réalité : les services qu'il rend sont immenses, et l'exploitation n'est encore qu'à son début. Telle était l'utilité, la nécessité de ce travail admirable, que dès aujourd'hui la voie semble trop étroite, et, par suite du développement si rapide des relations commerciales, on peut prévoir qu'on sera conduit, dans un avenir plus ou moins éloigné de nous, à créer une seconde voie, non pas la concurrente, mais l'auxiliaire et l'alliée de la voie actuelle.

» C'est alors qu'on reprendra l'ancien chemin qui mettait en communication l'Asie et l'Europe. Le golfe Persique, la vallée du Tigre et de l'Euphrate, la Syrie antiochienne, tel était, dans l'antiquité, depuis des temps immémoriaux, le vaste courant des affaires, jusqu'au jour où la fondation et l'immense développement d'Alexandrie d'Égypte le fit dévier, puis disparaître. Dès lors, le trafic et les grands intérêts humains ont pris route par l'isthme d'Égypte, puis ensuite par le cap de Bonne-Espérance; et la vallée de l'Euphrate fut délaissée.

» Le mouvement d'oscillation est une loi des choses humaines : la civilisation revient sur elle-même. Suez, qui remplace Alexandrie, aura besoin quelque jour d'une voie parallèle pour déverser son trop-plein, et c'est alors, nous le répétons, qu'on reprendra l'ancien « chemin des nations ».

Pénétré de cette pensée, nous avons dressé l'avant-projet d'un canal, que nous avons l'honneur de présenter à l'Académie. Nul n'ignore que plusieurs études de chemins de fer ont été faites pour la région mésopotamique; mais, à notre avis, la solution n'est pas là : pendant la moitié de l'année, les chemins de fer seraient impraticables à cause de la chaleur, tout le monde le reconnaît. D'ailleurs, vouloir résoudre le problème de la communication indo-européenne par les déserts de la Syrie sans résoudre simultanément celui de la transformation agricole du pays, c'est, croyons-nous, une chimère.

» La solution serait, selon nous, dans un canal à double fin, canal d'irrigation en même temps que de navigation maritime et fluviale. La vie renaîtrait dans ces contrées, jadis les plus riches du monde, qui sont frappées de stérilité parce qu'elles manquent d'eau. La solution, ce serait de créer un fleuve puissant de Souéïdieh (l'ancienne *Seleucia Pieria*) au golfe Persique : en faisant couler l'Euphrate de Bélès à la Méditerranée par le sud d'Alep et par Antioche; puis en approfondissant la « Grande Rivière », de Bélès à Féloudjah (près de l'ancienne Babylone); en passant de l'Euphrate dans le Tigre par le canal de Saklavijah remis en état; enfin en descendant le Tigre de Bagdad à Kornah, puis le Chot-el-Arab par Bassora, jusqu'à Fao sur le golfe.

» Les avantages industriels d'une telle voie seraient grands, au triple point de vue du transit, du commerce local, qui n'est pas négligeable, et de l'exploitation des terres; cette dernière partie du *rapport probable* serait fort importante, et nous ferons remarquer que la question agricole est ici d'un intérêt considérable.

» La voie nouvelle raccourcirait de six jours moyennement (aller et retour) le voyage de Bombay. D'après l'avant-projet, le canal, de Souéïdieh à Bélès, se développerait sur une longueur totale de 277^{km}. Dans notre pensée actuelle, qui pourrait bien se modifier plus tard, il serait sans écluses, et par suite à plafond incliné, présentant une pente kilométrique de $0^m,38635$, c'est-à-dire une pente comparable à celle de la Loire en aval d'Orléans. Dans ces conditions, la tranchée atteindrait une grande hauteur (près de 100^m) sur 6^{km} à 7^{km} de longueur, au Goli-Dagh, barrière orientale de la vallée de l'Oronte. A Souéïdieh, embouchure du fleuve Oronte, « la véritable *entrée* de la Syrie », seraient le port d'accès, avec ses deux jetées, et des docks ou bassins destinés aux vaisseaux de tous les tonnages. Le profil transversal du canal répond au type classique de Suez. Des bassins pour les tonnages moyens seraient creusés à Bélès, au coude de l'Euphrate,

comme à Fao sur le golfe Persique. A la station de Féloudjah, port d'embarquement de combustible, seraient de grands bassins semblables à ceux de Bélès. Comme coupe géologique, les roches rencontrées sont le grès, les marnes grossières, le calcaire de diverses natures (craie, spilite), la brèche tendre, le gypse (gypse laminaire, gypse cristallin), etc. L'Euphrate, le vieux canal de Saklavijah (Nahr-Isah), le Tigre, le Chot-el-Arab seraient approfondis à la drague. Sur toute la longueur du parcours, il ne se présente que deux difficultés réelles, — ce sont les bancs rocailleux d'Abou-Saïd et de Kerbéleh, — qui ne résisteraient pas, du reste, aux engins modernes.

» Suivant nos évaluations, faites sur des bases prises dans le pays, le total probable des travaux s'élèverait à plus d'un milliard de francs; nous estimons que le capital maximum applicable à l'entreprise atteindrait la somme de quinze cents millions.

» On comprendra que, seul, sans aide d'aucune sorte, nous n'ayons pas pu faire une étude définitive. Mais nous tenions à signaler les avantages, pour l'avenir, de la voie indiquée ci-dessus. Nous serons satisfait si l'Académie veut bien accepter l'hommage respectueux de notre travail et de nos efforts. »

M. **Alf. Basin** adresse une Note sur un nouvel appareil de maltage.

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures un quart. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 6 décembre 1886.

Annuaire statistique de la France; neuvième année, 1886, publié par le Ministère du Commerce et de l'Industrie. Paris, Imprimerie nationale, 1886; in-8°.

Appendice sur les formules atomiques des principaux corps simples et composés; par MM. Léon Lalanne *et* G. Lemoine. Sans lieu ni date. Br. in-8°, (Présenté par M. Friedel.)

Morphologie des éléments sexuels et sur la nature de la sexualité; par le Dr Armand Sabatier. Montpellier, Camille Coulet, 1886; in-4°. (Présenté par M. Alph. Milne-Edwards.)

L'hypnotisme et les états analogues, au point de vue médico-légal; par le Dr Gilles de la Tourette. Paris, E. Plon, Nourrit et Cie, 1887; in-8°. (Présenté par M. Charcot.)

Bulletin de la Société industrielle de Reims, 1886, t. XIII; n° 66. Reims, Masson-Gérard, 1886; in-8°.

La Faune dévonienne du centre et du nord-ouest de la Russie d'Europe; par P.-N. Venukoff. 1886; in-8°, avec planches. (Présenté par M. Daubrée.)

Materialien zur Mineralogie Russlands; von Nikolaï v. Kokscharow. Saint-Pétersbourg, 1886; in-8°.

Sul Toarsiano dogger e Malm dei dintorni di Taormina del prof. G. Seguenza. *Osservazioni di* Luigi-F. Schopen, II. Palermo, Lao, 1886; in-8°.

Atti della Reale Accademia dei Lincei; anno CCLXXXIII, 1885-1886, serie quarta. *Rendiconti pubblicati per cura dei Segretari;* vol. II, fasc. 8, 2e semestre. Roma, 1886; in-8°.

Sull' equilibrio molecolare. Memoria di Silvio Canevazzi. Bologna, Gamberini e Parmeggiani, 1878; in-4°.

Sulla teoria delle Travature : Monografia; per Silvio Canevazzi. Bologna, Gamberini e Parmeggiani, 1886; in-4°.

Hourly Readings, 1884, *published by the authority of the meteorological Council;* Part I, January to March. London, J.-D. Potter, 1886; in-4°.